

Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
Departamento de Metalurgia Electromecánica

Trabajo de Diploma

En opción al Título de Ingeniero Mecánico

*Título: Tecnología de fabricación de un molino de
anillo y rodillo para la trituración de bentonita*

Autor: Doralis Asencio Montero

Tutores: Dr. C. Tomás Hernaldo Fernández Columbié

M Sc. Rodney Enrique Correa Suárez

Moa /2012

“Año 54 de la Revolución”



Declaración de Autoridad

Yo: Doralis Asencio Montero.

Autor de este trabajo de diploma, certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez", el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

Doralis Asencio Montero.

Dr. C. Tomás Hernaldo Fernández Columbié

MSc. Rodney Enrique Correa Suárez



Pensamiento

**En el mismo hombre suelen ir unidos un corazón y
un talento grande, pero todo hombre tiene el deber
de cultivar su inteligencia, por respeto a sí mismo y
al mundo.**

José Martí Pérez.



Agradecimientos

A todos mis profesores por los conocimientos transmitidos durante el desempeño de mi carrera.

A mis tutores por confiar en mí en la realización de este trabajo, el Dr. C. Tomás Hernaldo Fernández Columbié y M Sc. Rodney Enrique Correa Suárez.

A mi esposo y familiares que me apoyaron en los momentos de mi vida en que más lo necesitaba.

A mis amigos y compañeros de aula que siempre creyeron en mí.

A los que de una forma u otra me apoyaron y ayudaron en la realización de este trabajo.

A la Revolución, por darme la oportunidad de convertirme en profesional .

A todos

Muchas Gracias.



Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mis familiares.

A mi querido y estimado esposo

Fidel Cardero Cardero.

***A mis hijos: Robert y David, que le sirva de
ejemplo.***

A mi madre.

Dulce María Montero.

A mis amigos.

***A mis compañeros de aula por dedicarme
tanto tiempo***

***A nuestra Revolución, por las posibilidades
que me ofrece.***



Resumen

Este trabajo tiene como objetivo realizar la tecnología de fabricación de un molino de anillo y rodillo para la Empresa Minera de Occidente, la cual tiene como objeto social el procesado de la arcilla denominada bentonita, para ello se emplearon los procesos tecnológicos de maquinado y soldadura, los materiales fueron seleccionados de acuerdo a las exigencias técnicas y funcionamiento de cada elemento mecánico. Las máquinas herramientas utilizadas, se escogieron a partir de las dimensiones espaciales de los semiproductos y tipo de mecanizado; en favor de este último y de las propiedades físico-mecánicas de las aleaciones; se seleccionaron las herramientas de corte, el proceso de soldadura se realizó con electrodos del tipo E 7018 recomendado por la AWS en una máquina de CA/PD del tipo Miller. En los anexos del trabajo; a través de las cartas tecnológicas de fabricación se especifica los regímenes de maquinado de todas las piezas que conforman el molino. Se realiza la valoración técnico económico, así como las incidencias de los procesos tecnológicos en el medio ambiente.

Abstract

This work has as objective to carry out the technology of production of a ring mill and roller for the Mining Company of West, which has like social object the one processed of the clay denominated bentonit, for they were used it the technological processes of having schemed and welding, the materials were selected according to the technical demands and operation of each mechanical element. The machines used tools, were chosen starting from the space dimensions of the semiproducts and type of automated; in favor of this last one and of the physical-mechanical properties of the alloys; the court tools were selected, the welding process was carried out with electrodes of the type E 7018 recommended by the AWS in a machine of CA/PD of the type Miller. In the annexes of the work; through the technological letters of production the regimens is specified of having schemed of all the pieces that conform the mill. He is carried out the valuation economic technician, as well as the incidences of the technological processes in the environment.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	Pág
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	
1.1. Introducción	4
1.2. Generalidades sobre la molienda	4
1.3. Característica de los molinos	5
1.3.1. Consumo de energía en las máquinas de trituración	6
1.4. Molino de rodillos verticales	7
1.4.1. Características del molino vertical de rodillos	7
1.4.2. Ventajas de los molinos verticales	9
1.4.3. Estructuras de los molinos	10
1.4.4. Molino Raymond de anillo y rodillo con clasificación interna por aire	10
1.5. Materiales estructurales	11
1.5.1. Materiales funcionales	11
1.6. Mecanizado de piezas	12
1.7. Soldadura con arco y metal protegido	14
1.7.1. Establecimiento de la tecnología de soldadura	14
1.8. Clasificación de uniones	15
1.8.1. Fijación con elementos mecánicos	17
1.9. Aceros para la fabricación de estructuras	17
1.10. Procesos de conformación	19
1.11. Economía en el mecanizado	20
1.12. Conclusiones del capítulo 1	21
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1. Introducción	22
2.2. Caracterización de los materiales para fabricar el molino	22
2.3. Análisis químico de los materiales objetos de estudio	22
2.4. Máquinas y equipos empleados en la fabricación del molino	24



2.4.1. Caracterización del torno 16 K 20	24
2.4.2. Características principales del torno	25
2.4.2.1. Herramientas de corte empleadas	25
2.4.3. Características principales de la fresadora	26
2.4.4. Máquina para soldar	27
2.4.5. Selección del electrodo	27
2.4.6. Propiedades mecánicas según AWS	28
2.5. Selección de los regímenes de elaboración	29
2.5.1. Velocidad de corte	29
2.5.2. Profundidad de corte	29
2.5.3. Tiempo de maquinado	30
2.5.4. Fresado	31
2.5.5. Tiempo de maquinado para el fresado	31
2.6. Proceso de soldadura	32
2.6.1. Cantidad de electrodos	32
2.6.2. Cálculo de consumos en la soldadura de unión	33
2.7. Clasificación de los gastos de tiempo de trabajo	34
2.8. Conclusiones del capítulo 2	36
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
3.1. Introducción	37
3.2. Análisis de la tecnología de fabricación con acero AISI 1020	37
3.3. Análisis de la tecnología de fabricación con material de bronce	38
3.4. Análisis de la tecnología de fabricación con el material AISI 4340	39
3.5. Análisis de la tecnología de fabricación con el material AISI 1045	40
3.6. Análisis de la sprocket del sistema motriz	46



3.7. Ensamble del subconjunto del órgano triturador	47
3.8. Cálculo de los costos de soldadura	47
3.9. Valoración económica	48
3.10. Valoración del impacto medio ambiental	49
3.10.1. Calentamiento en los procesos de soldadura	49
3.10.2. Afectaciones de los procesos de soldadura	50
3.10.3. Afectaciones de los procesos de maquinado	52
3.11. Conclusiones del capítulo 3	53
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Los procesos de conformado por eliminación de material, habitualmente denominados procesos de mecanizado, se caracterizan por la obtención de la geometría final de la pieza mediante la eliminación del material sobrante de una preforma de partida. Según el método empleado en la eliminación del material, pueden considerarse incluidas dentro de los procesos de mecanizado; las dos siguientes categorías de procesos.

El primer grupo denominado procesos convencionales, donde la eliminación de material se realiza fundamentalmente por medios mecánicos, esto incluye los procesos por arranque de virutas como son el torneado, el fresado y el taladrado, pertenecen a este grupo; el segundo grupo que incluye los procesos no convencionales, es donde la eliminación de material se debe fundamentalmente a otros medios diferentes de los mecánicos (eléctricos, físico-químicos), dentro de estos procesos se incluye la electroerosión y el fresado químico entre otros.

La manufactura, en su sentido más amplio, es el proceso de convertir la materia prima en productos. Incluye el diseño del producto, la selección de la materia prima y la secuencia de procesos a través de los cuales será manufacturado el artículo. Como actividad económica, la manufactura comprende entre el veinte y el treinta por ciento del valor de todos los bienes y servicios producidos.

La manufactura puede producir productos discretos, piezas individuales o productos continuos. El ciclo de vida implica que todos los aspectos de un producto diseño, desarrollo, producción, distribución, uso, eliminación y reciclado se consideran de manera simultánea. Las metas básicas de la ingeniería concurrente son: reducir los cambios en el diseño e ingeniería de producto y reducir el lapso que media entre el diseño del producto y su introducción en el mercado, así como los costos asociados a ese tiempo.

Los procesos de mecanizado constituyen, en la actualidad, el conjunto de procesos de fabricación más ampliamente difundidos en la industria. Ello es debido, entre otras razones, a su gran versatilidad en la obtención de diferentes



tipos de geometría y al nivel de precisión dimensional obtenido en comparación con otros procesos.

La soldadura es fundamental para una gran variedad de trabajos relacionados con la ingeniería. Alcanzar una mayor compresión de los procesos usados para unir materiales similares tiene gran importancia técnica y científica. Uno de los procesos de soldadura de amplia aplicación es el de la soldadura manual por arco eléctrico (SMAW).

La asimilación de tecnologías no convencionales para la elaboración de piezas adquiere en la actualidad una importancia relevante dado el incremento de las exigencias que se le impone a los artículos, particularmente en la rama metal-mecánica. Una de las más importantes es el proceso de fabricación.

Esta difusión ha sido causa, entre otras razones, de que los equipos propios de mecanizado hayan experimentado una evolución más acusada que los restantes en el campo de la automatización, siendo las máquinas herramienta de control numérico (CNC) el más claro exponente de este hecho.

La **situación problemática** de la investigación la constituye: La "Empresa Minera de Occidente" un pilar importante en la elaboración de materiales de la construcción, presenta dentro de su proceso productivo la trituración y molienda de la arcilla para la fabricación de cerámica, sin embargo la producción en los últimos tiempos ha sido limitada por carencia de un equipo que posea mayor eficiencia. Esta limitación conlleva a que se mejore en cuanto a la modernización o fabricación de un molino que presente mayor capacidad y que a su vez incremente la producción. Las características fundamentales de la instalación de molienda están fundamentadas en su capacidad y sus características constructivas.

El **problema** a investigar lo constituye: baja productividad en el proceso de molienda de la arcilla en la "Empresa Minera de Occidente" que requiere el modernizado y mejoramiento de un equipo para incorporarlo a la producción.

Como **objeto de la investigación** se establece: Molino de anillo y rodillos para la trituración y molienda de la arcilla empleada en la elaboración de cerámica.

Sobre la base del problema a resolver se establece la siguiente **hipótesis**:

Los procesos de mecanizado y de soldadura constituyen los procesos fundamentales para establecer la tecnología de fabricación de un molino de anillo y rodillos, donde se consideren los materiales, las máquinas, los equipos y la mano de obra como elementos fundamentales de los procesos de manufactura.

A partir de la hipótesis planteada, se define como **objetivo del trabajo**: Establecer la tecnología de maquinado y de soldadura para la fabricación de un molino de anillo y rodillos empleado en la trituración y molienda de arcilla empleada en la "Empresa Minera de Occidente".

Y se definen los siguientes **objetivos específicos**:

1. Caracterizar las operaciones de los procesos de manufactura por las cuales transita el procedimiento tecnológico de la fabricación del molino de anillo y rodillos.
2. Establecer las tecnologías de fabricación del molino de anillo y rodillos, caracterizando los materiales, mano de obra, máquinas y equipos empleados en el proceso.
3. Establecimiento de la metodología propuesta y validación de los resultados obtenidos durante los procesos de manufactura empleados en la fabricación del molino de anillo y rodillos.

Para lograr el cumplimiento del objetivo propuesto, se plantean las siguientes **tareas de trabajo**:

1. Establecimiento del estado del arte y sistematización de los conocimientos y teorías relacionadas con el objeto de estudio.
2. Elaboración de las tecnologías de fabricación del molino de anillo y rodillos.
3. Fundamentación de las tecnologías de fabricación del molino de anillo y rodillos, en consideración con la mano de obra y las operaciones fundamentales por la que transita la misma.
4. Análisis de los resultados y fundamentación del impacto económico, social y ambiental.

CAPÍTULO 1



CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1. Introducción

Las características finales de los materiales varían en función del proceso adoptado para su elaboración y de las múltiples combinaciones, tanto en tipo como en proporciones, de los materiales usados para su constitución (Ginjaume; Torre, 2005)

Para la elección concreta de los materiales a estudiar, se han tenido en cuenta dos aspectos. El primero de ellos ha sido el estudio teórico de los materiales con la información que se ha recopilado sobre los distintos tipos de materiales (Estado del Conocimiento), mientras que el segundo ha consistido en contrastar la información obtenida teóricamente con la práctica, mediante la experiencia de los obreros fabricantes de piezas manufacturadas.

En el presente capítulo se establece como objetivo realizar un análisis de la bibliografía existente que permita definir el estado del arte en la temática abordada y sustentar los resultados alcanzados en la investigación.

1.2. Generalidades sobre la molienda

La molienda es una operación unitaria, que reduce el volumen promedio de las partículas de una muestra sólida. La reducción se lleva a cabo dividiendo o fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado. Los métodos de reducción más empleados en las máquinas de molienda son: la compresión, el impacto, el frotamiento de cizalla y el cortado.

La molienda es la última etapa del proceso de conminución, en esta etapa las partículas se reducen de tamaño por una combinación de impacto y abrasión, ya sea en seco o como una suspensión en agua, también llamado pulpa. La molienda se realiza en molinos de forma cilíndrica que giran alrededor de su eje horizontal y que contienen partes libres, para moverse a medida que el molino gira produciendo la conminución de las partículas de mena.

En el proceso de molienda de partículas de 5 a 250 mm de granulometría son reducidas en tamaño a 10 - 300 micrones, aproximadamente, dependiendo del tipo de operación que se realice. El propósito de la operación de molienda es



ejercer un control estrecho en el tamaño del producto y, por esta razón frecuentemente se dice que una molienda correcta es la clave de una buena recuperación de la especie útil.

1.3. Característica de los molinos

Los molinos se caracterizan por las dimensiones del diámetro interior y el largo del tambor. El tambor se recubre con planchas de acero Hard Ni, acero al carbono, al manganeso o cromo - molibdeno. De todos ellos los más resistentes a la abrasividad son los de acero de cromo – molibdeno y los de Hard níquel. Los recubrimientos internos de los molinos representan el mayor peso específico en el costo de los molinos.

Existen múltiples tipos de recubrimientos: lisos, ondulados, de paso. El grupo franco - belga Magoteaux produce un tipo de recubrimiento conocido por el nombre de Dorr – lift, los cuales reducen considerablemente los gastos energéticos de los molinos.

En los últimos años han aparecido los recubrimientos sintéticos, los cuales no solo reducen los costos energéticos, sino también el nivel de ruido, los costos de mantenimiento por su fácil instalación y larga vida; es recomendable su uso especialmente en las plantas de flotación o en aquellas plantas donde es necesario adicionar reactivos químicos directamente en los molinos. En la planta del "El Cobre" de Santiago de Cuba fueron instalados recientemente con grandes beneficios económicos.

Al igual que en las cribas rotatorias, en los molinos la frecuencia de rotación es de suma importancia, no sólo por que define el régimen de trabajo del molino y por tanto, las características del producto molido, sino también porque define en gran medida el consumo de energía del mismo. Al mismo tiempo, el aumento desmedido de la velocidad de rotación puede conllevar al fenómeno de centrifugación de bolas, fenómeno muy poco deseado por los tecnólogos beneficiadores, a esta velocidad con la cual las bolas comienzan a girar conjuntamente con el tambor, pegadas a la superficie del tambor se le denomina velocidad crítica.



1.3.1. Consumo de energía en las máquinas de trituración

El alto consumo de energía en la trituración y molienda se considera como uno de los elementos fundamentales dentro del proceso de beneficio. El equipamiento disponible para la trituración y molienda de minerales carece de un principio organizativo que le permita suministrar al máximo la energía suministrada en el rompimiento de las partículas minerales (Coello y Tijonov, 2001).

En la molienda, la energía de desmenuzamiento al material ocurre de forma desmedida, el grado de liberación necesario se alcanza a costa de una alta remolienda de uno o varios de los minerales participantes, de ahí su baja eficiencia.

Andreiev *et al.*, (1980), establecieron que la energía útil en el rompimiento del mineral no supera el 3 % de toda la energía consumida por el molino. Beke (1964) determinó que el consumo de energía en el rompimiento del mineral no supera el 0,6 %. Independientemente de la diferencia en los resultados de ambos investigadores, la energía que se consume propiamente en el rompimiento de la partícula mineral es sumamente pequeña (Coello, 1993).

La mayoría de los autores coinciden en identificar el tamaño de las partículas, la carga de bolas, el tiempo de molienda, la densidad de las partículas y la velocidad del molino, como los factores más influyentes en el comportamiento del molino. En uno de los trabajos consultados (Sahoo y Roy, 2008), tratan de correlacionar todas estas variables con la molibilidad sobre la base del análisis dimensional y con el método del diseño factorial fraccionario.

Estos parámetros influyen significativamente sobre el comportamiento del molino, de modo que a partir de las correlaciones obtenidas, se llega a la conclusión de que la cantidad de finos se incrementa bajo el efecto general del incremento de la carga de bolas, el tiempo de molienda y la velocidad del molino. Sin embargo, con el incremento del tamaño de las partículas y de la densidad de las mismas disminuye la molibilidad. De los factores considerados, el más influyente es la velocidad, por lo que cuando se quiere optimizar el proceso con respecto a otros parámetros debe mantenerse un estricto control sobre la misma.

1.4. Molino de rodillos verticales

Este es un nuevo tipo de molino con una larga escala de poder, el cual está diseñado especialmente para resolver los problemas de baja capacidad y alto consumo de molinos en la industria. El molino de rodillos verticales (figura 1.1) está diseñado y fabricado en base a avanzadas ideas de diseño y en combinación con la tecnología europea y la demanda del mercado (Ramírez, 2005).



Figura 1.1. Molino de rodillos verticales.

Plantea Flores (2004) que estos tipos de molinos se emplean para el molido de materias primas de diversa naturaleza, peso específico y humedad, hasta durezas de tipo medio (arcillas, carbonato de calcio, bentonita, yeso, dolomitas) resultando en una elevadísima producción, así como materiales finales de una calidad excepcional.

Gracias al sistema de doble alimentación y a la presencia de oportunos distribuidores internos con láminas, se optimiza la carga en la cámara de molido, lo que se traduce en un rendimiento netamente superior al de molinos similares.

1.4.1. Características del molino vertical de rodillos

Este tipo de molino, derivado del término inglés "roller mills", ofrece la ambigüedad de que no siempre son rodillos los que actúan como cuerpos moledores, puesto que dentro de este grupo se incluyen molinos que funcionan con bolas en vez de con rodillos (Randall, 1994).

La definición que da la norma alemana DIN 24100 en la parte 2 "trititación primaria": "denominación de maquinaria" es la siguiente: "Máquina con pista de molienda circular. Sobre ella se mueven los cuerpos moledores (rodillos o bolas). Los cuerpos moledores presionan por su propio peso, por fuerza centrífuga, por resortes o por sistemas hidráulicos o neumáticos a la pista de trituración. Se pueden accionar tanto las pistas como los cuerpos moledores".

La estructura principal se compone del separador, los dispositivos de rodillos, la rueda del molino, dispositivo de presión, reductor, el motor, depósito y otros componentes. Separador es el componente clave para determinar el espesor y el grado de molienda del producto, que consiste en variadores de velocidad, el rotor, la paleta orientada, la jaula, la tolva cónica y la salida de corriente. Es un ahorro eficiente de energía, dispositivo clasificador rápido.

El rodillo es una parte principal de las piezas. Se instala de la curva del brazo del molino, prensado en la rueda por el efecto de las fuerzas externas. El rodillo arrastra con la rotación de la rueda, de modo que los materiales son aplastados y destrozados.

El molido se realiza mediante péndulos de grandes dimensiones, que durante el rodamiento y bajo la acción de la fuerza centrífuga ejercitan una fuerte presión sobre la pista situada en la base del molino (ver figura 1.2).

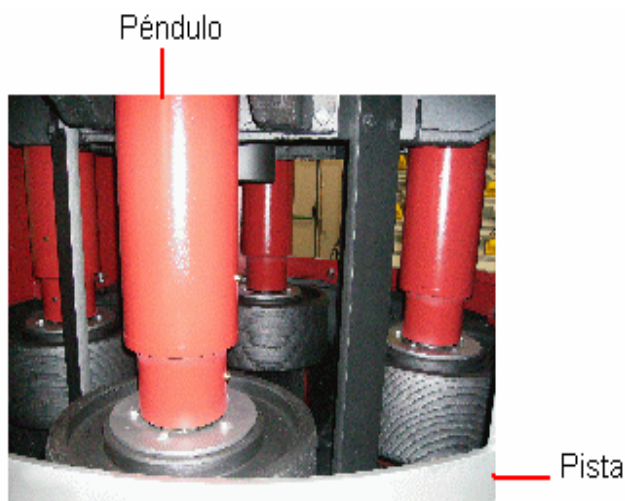


Figura 1.2. Vista de la ubicación de los péndulos y la pista en el molino vertical.

Plantea Koch y Hershberger (1998) que en estos tipos de molino, los cuerpos moledores presionan contra el material a moler (Esfuerzo de molienda) mediante su propio peso y por fuerza centrífuga, o por muelles o por sistemas hidráulicos o neumáticos. Todos los grandes molinos utilizan hoy en día el sistema de presión hidroneumática, su disposición varía de unos fabricantes a otros, pero en principio todos coinciden en utilizar como muelle el gas comprimido en un acumulador, cuyo esfuerzo es transmitido a los pistones de presión por medio de aceite. Un conjunto de bombas proporciona la presión necesaria. El sistema tiene la ventaja de poder regular fácilmente las diferencias de presión.

Según Craig (2002) entre los materiales que se pueden moler con este tipo de molinos pueden citarse los siguientes: caliza, cal calcinada, talco, bauxita, magnesita, fosfatos, feldespato, baritas y otros como carbón, grafito y hasta pelets de turba. Desde hace algunos años también se utilizan para la molienda de materiales muy duros y porosos y a la vez abrasivos, como son las escorias y el clinker.

1.4.2. Ventajas de los molinos verticales

En estudios realizados por Chattopadhyay *et al.* (2001) plantean que su desarrollo industrial empezó a comienzos del siglo XX en Estados Unidos con los molinos de rodillos de resortes. Su utilización en la industria del cemento presenta una tendencia creciente por distintas razones entre las que pueden señalarse las siguientes:

1. La elevación del coste de la energía, que ha inducido a las empresas a reconsiderar sus tradicionales procesos de fabricación, obligándolas a aplicar aquellos que aseguren una mayor rentabilidad.
2. La evolución de la industria del cemento hacia plantas de grandes capacidades de producción, merced al desarrollo de los sistemas de precalcinación y de los intercambiadores de calor, lo que ha obligado a buscar los molinos más adecuados para dichas producciones.
3. La tendencia general hacia los molinos verticales se hizo evidente en el momento en que la industria del cemento evolucionó hacia plantas cada vez más grandes y de mayor capacidad de producción.



4. Los molinos de rodillos reducen las inversiones necesarias para proteger el medio ambiente, ante las legislaciones cada vez más severas que imponen todos los países.

Las desventajas más notables de estos tipos de molinos pueden resumirse de la siguiente manera:

1. El sistema es complejo debido a la cantidad de elementos que contiene.
2. La construcción es costosa.
3. Para obtener materiales en mallas superiores a los 100 mesh, la productividad baja bruscamente.
4. Cuando se trabaja con materiales húmedos la molienda demora más tiempo ya que el material se adhiere a las superficies del molino.

1.4.3. Estructura de los molinos

Estructuralmente, cada tipo de molino consiste de un casco cilíndrico, con revestimientos renovables y una carga de medios de molienda. El tambor es soportado en muñones huecos fijos a las paredes laterales de modo que puede girar en torno a su eje. El diámetro del molino, determina la presión que puede ejercer el medio en las partículas de mena y, en general, mientras mayor es el tamaño de la alimentación mayor necesita ser el diámetro. La longitud del molino, junto con el diámetro, determina el volumen y por consiguiente la capacidad del molino.

1.4.4. Molino Raymond de anillo y rodillo con clasificación interna por aire

El molino Raymond de anillo y rodillo con clasificación interna por aire se emplea para la molienda de finos en grandes capacidades de casi todos los minerales metálicos más suaves. Los materiales con una dureza de la escala de Mohs hasta 5, inclusive, se manejan económicamente en estas unidades. Los materiales naturales usuales que se tratan incluyen baritas, bauxita, arcilla, yeso, magnesita, roca fosfórica, pigmentos de óxido de hierro, azufre, talco, grafito y una multitud de materiales similares.

Muchos de los pigmentos elaboradores y gran variedad de compuestos químicos se pulverizan a finuras extraordinarias en este tipo de unidades. Entre estos

materiales se incluyen fosfato de calcio, fosfato de sodio, insecticidas orgánicos, almidón de maíz pulverizado y muchos otros materiales similares. Cuando estos molinos funcionan en forma adecuada en succión, son completamente automáticos y quedan libres de polvo. Se fabrican en seis tamaños básicos con potencias conectadas que van de 28 a 500 kW (40 a 700 hp) y las capacidades varían de 0,5 a 450 kg/h (0,5 a 50 ton/h) dependiendo de la naturaleza del material y la finura exacta de la molienda.

1.5. Materiales estructurales

Entre los materiales de construcción, como es de conocimiento general, el acero tiene una posición sumamente relevante, debido que combina la resistencia mecánica, su capacidad de ser trabajado, disponibilidad. Siendo así, es fácil comprender la importancia y el amplio uso de los aceros en todos los campos de la ingeniería, en las estructuras, sean estas fijas, como los edificios, puentes o sean móviles, en la industria ferroviaria, automotriz, naval, aeronáutica (Barret, 1957; Callister, 1999; Álvarez *et al.*, 2004).

De esta forma, los aceros al carbono común, simplemente laminado y sin ningún tratamiento térmico, son plenamente satisfactorios y constituyen un porcentaje considerable dentro de los aceros estructurales (Bengton, 1991).

En otras aplicaciones, se exige una relación resistencia/peso más satisfactoria. Es el caso de la industria del transporte, en donde el equipo utilizado – camiones, buses, equipo ferroviario, naval, debido a las condiciones propias del servicio, debe caracterizarse por un peso relativamente bajo y una alta resistencia. Esta condición es fundamental ya que estas estructuras están sujetas a esfuerzos e impactos severos, además de una resistencia a la corrosión adecuada.

1.5.1. Materiales funcionales

Según Cabrera *et al.* (1997) son aquellos que se eligen por sus propiedades funcionales: eléctricas o electrónicas (conductividad, resistividad, superconductividad), magnéticas, termoiónicas, radiactivas. Entre los materiales estructurales el acero es, con diferencia, el de mayor importancia por las

excelentes propiedades mecánicas que presenta y por la variedad de condiciones de trabajo en las que puede emplearse.

Respecto al problema frecuentemente planteado de elegir el acero más idóneo para una aplicación específica, existen varios criterios en los cuales se basa normalmente la decisión final.

1.6. Mecanizado de piezas

Mecanizado es el término usado para designar los procesos de manufactura con arranque de viruta (Kalpakjian *et al.*, 2002). Consiste en la fabricación de un producto por medio de la eliminación de material sobrante sobre una forma preconcebida hasta alcanzar la especificaciones requeridas por el diseño.

El mecanizado es uno de los procesos de fabricación más utilizado en la actualidad, especialmente en campos como el automovilístico o el aeronáutico. Por este motivo el estudio sobre estos procesos de eliminación de materiales está en auge en la industria actual (Kalpakjian *et al.*, 2002).

Dada la naturaleza amplia de la ciencia del corte de los metales, un estudio sobre este tema puede ser abordado desde muchas perspectivas, como el material de la pieza a fabricar, las características de la herramienta, la temperatura y la fuerza en la zona de corte, la velocidad de corte, la cantidad y el tipo de viruta generada, la rugosidad obtenida o bien la combinación de todos ellos (Bäker, 2002).

Entre las abundantes ventajas de los procesos de mecanizado con arranque de viruta cabe destacar la precisión dimensional así como la complicada geometría que se puede conseguir. Además, las piezas mecanizadas obtienen un acabado superficial muy superior al conseguido mediante otros métodos de fabricación como la fundición, el forjado y el estampado.

Por otro lado, el tiempo empleado generalmente en el mecanizado de una pieza es mayor que el que se necesitaría para otro proceso de fabricación, por lo que para una gran producción puede resultar un proceso demasiado largo.

En el aspecto económico, el mecanizado resulta ventajoso cuando se requieren características especiales de superficie, especialmente si se trata de una pequeña producción (Kalpakjian *et al.*, 2002; Quiza, 2004). No obstante, el desperdicio de material que se produce durante el mecanizado hace que las ventajas económicas disminuyan.

La maquinabilidad describe la facilidad con que un material puede ser maquinado, y está relacionada con las propiedades mecánicas de los mismos. Además de esto, esa maquinabilidad está igualmente relacionada con la composición química del material, su microestructura, resistencia y los parámetros de corte utilizados como: avance, velocidad de corte, profundidad de corte y fluido de corte (Oxley, 1989) y Trent, 2000).

Los procesos de mecanizado constituyen en la actualidad el conjunto de procesos de fabricación más ampliamente difundidos en la industria. Esto se debe, entre otras razones, a su gran versatilidad en la obtención de geometrías y al nivel de precisión dimensional obtenido en comparación con otros procesos (Coromant Sandvik, 2003).

La realización de un proceso de mecanizado, requiere la intervención de tres elementos:

1. Pieza: el término genérico "pieza" representa el elemento material objeto de la transformación durante la ejecución del proceso. En su estado inicial o preforma, a geometría de la pieza presenta unas creces, que suponen una sobredimensión respecto a las dimensiones finales a obtener.

2. Herramienta: una herramienta consta, en general, de una o varias aristas o filos. La cara de incidencia, enfrentada a la superficie mecanizada de la pieza y la cara de desprendimiento, aquella por la que se desprende el material eliminado o viruta. Las aristas se denominan también filos de corte.

3. Máquina - Herramienta: puede considerarse constituida por el conjunto de dispositivos que permiten el desplazamiento relativo entre la pieza y la herramienta y la eliminación del material sobrante de la preforma.

1.7. Soldadura con arco y metal protegido

La soldadura con arco y metal protegido (SMAW) es uno de los procesos de unión más antiguos, sencillos y versátiles. Hoy en día, un cincuenta por ciento de toda la soldadura en la industria y el mantenimiento se hace mediante este proceso. El arco eléctrico se genera tocando la pieza con la punta de un electrodo recubierto y retirándola con rapidez a la distancia suficiente para mantener el arco. Los electrodos tienen la forma de una varilla delgada y larga, por lo que este proceso se denomina también soldadura con varilla (Burgos, 1987, John, 2004).

Easterling (1992), el proceso de arco y metal protegidos se usa con frecuencia en la construcción en general, en astilleros, oleoductos y en trabajos de mantenimiento, porque el equipo es portátil y se puede reparar con facilidad. Es muy útil en zonas remotas, donde puede llevar un generador con motor de combustión como fuente de electricidad. El proceso se adapta bien para espesores de pieza de 3 a 19 mm, aunque se puede ampliar con facilidad este intervalo si los operadores son hábiles y usan técnicas de múltiples pasos. En consecuencia, los costos de mano de obra y material son altos.

1.7.1. Establecimiento de la tecnología de soldadura

Según Fosca (2003) el establecimiento de la tecnología de soldadura de un conjunto o ensamble soldado es una tarea de bastante complejidad que debe resolver el ingeniero mecánico. Es importante destacar que el establecimiento de una tecnología de soldadura no sigue una secuencia lineal de pasos, ya que el ingeniero debe hacer un análisis complejo, en el que una gran cantidad de las decisiones que va tomando depende de otras y viceversa. La tecnología correcta será aquella que permita fabricar el ensamble soldado de la forma más rápida, sencilla, económica y que a la vez permita obtener un producto con la calidad necesaria.

La correcta elaboración de una tecnología de soldadura transcurre por una serie de etapas que se resumen a continuación siguiendo un orden lo más lógico posible. El ingeniero debe tener claro que este no constituye en modo alguno un algoritmo lineal rígido, sino que solo representa una ayuda para la organización



del trabajo, lo que es importante sobre todo para personas que comienzan en este tipo de tarea (Cary, 1998).

Se deberá disponer de un plan de soldadura aplicable a los aceros definidos que incluirá precauciones adecuadas frente al riesgo de desgarro laminar en caso de que se transmitan tensiones de tracción en el sentido perpendicular al espesor del material. (Meyer, 1968)

El plan de soldadura incluirá los aspectos siguientes que sean pertinentes:

- a) Detalle de la unión.
- b) Tamaño y tipo de la unión.
- c) Especificaciones tales como tipo de electrodo y precalentamiento.
- d) Secuencia de soldeo limitaciones a la soldadura discontinua o comprobaciones intermedias.
- e) Cualquier giro o volteo de la pieza necesarias para el soldeo.
- f) Detalle de fijaciones provisionales.
- g) Disposiciones frente a desgarro laminar.
- h) Referencia al Plan de Inspección y Ensayos.
- i) Todos los requisitos para identificación de soldaduras

1.8. Clasificación de uniones

Atendiendo a los métodos de unión, hay cuatro grandes familias de técnicas de unión: mediante dispositivos o accesorios ligaduras, juntas, grapas, clavado, atornillado, roblonado; mediante adhesivos; aprovechando procesos físicos, procesos de soldadura y difusión, con o sin aporte de material externo; mediante ensamblajes, se configuran las partes de modo que encajen y puedan permanecer solidarias (Taylor, 1975).

Atendiendo a su duración, se puede hablar de uniones provisionales, temporales, las cuales deben ser eficaces, pero a la vez, deben permitir su eliminación para operaciones de mantenimiento o revisión y permanentes.

Al hablar de técnicas de unión, finalmente, se debe tener en cuenta el material al que van a aplicarse dichas técnicas. Es diferente unir materiales isotrópicos, tales como los metales; materiales resistentes a la compresión (cementos, cerámicos y

maderas y, por último, materiales porosos o no porosos), puesto que las peculiaridades resistentes de cada uno de ellos determinan el tipo de unión que mejor soportan.

La unión realizada mediante tornillos (Micheletti, 1986) adolece de falta de rigidez y, además, el material tiende a envejecer, relajando la presión que ejerce sobre la punta, por lo que el conjunto unido mediante puntas se colapsa o separa. Un resalte en hélice, llamado fileteado, permite superar estos déficit. Si además la tija, en lugar de cilíndrica, se hace cónica, ejerce el efecto adicional de incrementar la presión sobre el material según avanza a través de él.

Los tornillos pueden clasificarse según el tipo de cabeza, al igual que la puntas, o más específica y comúnmente por el tipo de fileteado. Por lo que respecta a las tuercas, es de destacar la almenada que dispone de ranura que permiten alojar un pasador de seguridad y la ciega que termina en un casquete esférico que protege la rosca y asegura su estanqueidad.

El remachado de puntas empleado como método de seguridad y afianzamiento de uniones, por su parte, se sustituye por el tornillo pasante: mediante un taladro efectuado en el material, el tornillo lo atraviesa, enroscándose su fileteado mediante una tuerca, elemento metálico cuya superficie interior está fileteada de forma compatible con el tornillo. Al conjunto se le denomina perno (Martínez, 2003).

Un elemento adicional de fijación es la arandela (Groover, 1997), que permite roscar la tuerca sin dañar el material base, ya que la tuerca gira sobre la arandela. Cuando la arandela colabora en la fijación y no sólo favorece el roscado adopta diversas formas: helicoidal arandela Grover o troncocónica arandela Beleville. Además de aumentar la superficie de contacto sobre el material unido las arandelas impiden que se afloje la tuerca, ya sea por su geometría o porque mantienen una tensión constante entre la tuerca y la base.

Existe una gran variedad de dispositivos que permiten unir partes en un todo. Los más habituales son las abrazaderas y los rácores. Las abrazaderas son dispositivos que constan de una pletina y un tornillo que permite fijarlas sobre las



piezas a unir, generalmente tubulares. Los rácores son dispositivos, fileteados interiormente, que unen tubos roscados en sus extremos, pudiendo ser rígidos o flexibles, de acuerdo con la finalidad que posean.

1.8.1. Fijación con elementos mecánicos

El método más común de sujeción mecánica es el uso de tornillos, tuercas, roscas, pernos y una diversidad de sujetadores. Estos procesos también se llaman ensamblado mecánico. En general, la sujeción mecánica requiere que los componentes posean orificios a través de los cuales se inserten los sujetadores. Esas uniones pueden someterse a esfuerzos cortantes y de tensión, y deben estar diseñadas para resistirlos.

El diámetro de los agujeros en relación con el de los tornillos debe ser apropiado a los principios indicados en el apartado anterior.

La American Bureau of Shipping (2005) establece que en las uniones resistentes al deslizamiento pueden disponerse holguras superiores a las indicadas en el sentido longitudinal siempre que no se supere en dos veces y medio el diámetro nominal del tornillo. En uniones al exterior los agujeros rasgados deberán quedar cubiertos por tapajuntas o arandelas de dimensiones adecuadas cuyos agujeros serán de holgura normal. Las distancias entre ejes de tornillos y de éstos a los bordes deberán cumplir con los valores mínimos establecidos en el Proyecto y también con los máximos, especialmente si la unión ha sido concebida para permitir redistribución plástica de esfuerzos en tornillos y su capacidad está determinada por la resistencia a aplastamiento.

1.9. Aceros para la fabricación de estructuras

En el continente americano la forma más popular de especificar un acero es por su número ASTM (American Society for Testing of Materials). Actualmente la mayoría de los Códigos de fabricación de recipientes a presión, estructuras, hacen referencia a las especificaciones ASTM de acero.

Ej. Acero A36, donde la A indica que se trata de un material ferroso.

Otra forma popular de especificar aceros es a través del Sistema AISI/SAE (American Iron and Steel Institute / Society of Automotive Engineers).

Ej. Acero 4140

- donde los dos primeros dígitos indican el contenido de aleación fundamental, en este caso 41 significa aleados al cromo - molibdeno.
- los dos últimos dígitos indican el contenido medio de carbono, en este caso de 0,40 %.

Para conocer las propiedades mecánicas, composición química, de los aceros es necesario consultar normas, especificaciones, bases de datos.

Los aceros al carbono representan el grupo más importante de materiales metálicos para ingeniería. La característica más sobresaliente del acero es su versatilidad, ya que sus propiedades pueden ser controladas y modificadas con el fin de satisfacer los requerimientos de servicio. En estos aceros, los principales factores que afectan a sus propiedades mecánicas son el contenido en carbono y la microestructura (Guliaev, 1983)

Estos aceros en general presentan buena soldabilidad con cualquiera de los procesos de soldadura estudiados y no requieren el empleo de precalentamiento; aunque espesores gruesos de más de 50 mm y ciertas uniones pueden requerir algún precalentamiento.

Cuando el contenido de carbono se aproxima a 0,30 % y el de manganeso a 1,40 % puede aparecer tendencia al agrietamiento en frío, por lo que se recomienda la soldadura con proceso de bajo hidrógeno y el empleo de precalentamiento, cuando el espesor es mayor de 25 mm (Buraya, 2001).

Básicamente, la resistencia a la tensión, a la cadencia y la dureza, se incrementan al aumentar el contenido de carbono; por el contrario, la elongación, la reducción de área y la tenacidad disminuyen notablemente con dicho incremento. Otro atributo del acero, el cual es seguramente de mayor importancia, es su capacidad para endurecer, cualidad que comúnmente se denomina templabilidad. Esta característica también se ve afectada con el aumento en el contenido de carbono (Datsko, 1991).

Dentro de este tipo de aceros se encuentran los denominados endurecibles por temple para los cuales el contenido en carbono debe ser al menos de un 0,25 %.

Aceros con un contenido de carbono entorno a un 0,4 - 0,5 % son usados ampliamente para la construcción de estructuras y diversas partes de maquinaria, como pernos, tornillos, ejes, engranajes, debido a su alta resistencia mecánica, a su resistencia al desgaste a su elevada dureza y a sus favorables condiciones económicas como son su bajo costo y la garantía de abastecimiento (Jennifer *et al.*, 2007).

Plantea Surian *et al.* (2005) que para la unión de este tipo de acero se han empleado tradicionalmente los procesos convencionales de soldadura por fusión; estos tipos de soldadura presentan diversos tipos de problemas característicos del proceso:

- Gran cantidad de calor generado por el arco, necesidad de empleo de fundentes, uso de electrodos de materiales reactivos, incompatibilidad (en ocasiones) de las propiedades mecánicas del material de aporte y el material base.

Estos problemas conducen a la aparición de diferentes tipos de defectos tales como:

- Elevadas distorsiones de los elementos soldados.
- Inclusión de escorias en la unión soldada.
- Excesivas salpicaduras durante el proceso.
- Excesiva porosidad.

Todo lo anterior conlleva unas pobres propiedades mecánicas de la unión soldada.

1.10. Procesos de conformación

Esta operación puede realizarse por doblado o plegado hasta que se obtenga la forma requerida tanto en frío como en caliente, siempre que las características del material no queden por debajo de las especificadas en el proyecto.

Cuando se realice el plegado o curvado en frío se respetarán los radios mínimos recomendados en la norma UNE-EN 10025). Caso de no cumplirse las tablas de dicha norma y siempre que no se supere en la fibra más traccionada un alargamiento igual a la cuarta parte del de rotura del material; se deberá redactar un procedimiento específico en el que se indique el tratamiento térmico a aplicar y las medidas de control oportunas (Kuroda y Tvergaard, 2000).



Para la conformación en caliente se deberán seguir las indicaciones del suministrador, especialmente en el caso de aceros de grano fino (UNE - EN 10113). La duración y velocidad tanto del trabajo mecánico como del enfriamiento deben ser adecuadas para evitar el deterioro de la tenacidad y resistencia del acero. En particular se prohíbe cualquier manipulación en el intervalo de color azul (de 250 °C a 380 °C). La operación de plegado o curvado se llevará a cabo a temperatura de rojo cereza claro (de 950 °C a 1 050 °C) y se interrumpirá si baja a rojo sombra (alrededor de 700 °C.) La determinación de la temperatura de trabajo deberá ser constatada de forma eficaz (Schijve, 2004).

Otra operación es el ensamblado previo en taller, lo cual consiste en presentar las piezas elaboradas en taller y proceder a su ensamblado previo al montaje en obra. Se deberá obtener una coincidencia de uniones dentro de las tolerancias aplicables, sin forzar o dañar las piezas. Se deberá comprobar el ajuste de las superficies de apoyo por contacto en cuanto a dimensiones, la ortogonalidad y la planitud. En todas las uniones o piezas provisionales utilizadas en el armado en taller se adoptarán las adecuadas medidas de seguridad y se aplicarán los criterios de esta norma como si se tratasen de elementos definitivos a instalar en obra.

1.11. Economía en el mecanizado

La economía del mecanizado es un factor importante a tener en cuenta en los costos de fabricación, la economía se basa en el rendimiento que se obtiene de la inversión realizada. En el caso de las herramientas de corte; el análisis económico debe tomar en consideración el costo de la herramienta, pero también el número de piezas que se hace con cada herramienta. Si el costo de la herramienta se eleva, aumenta en mayor proporción el número de piezas producidas y disminuye el costo por pieza como consecuencia del aumento de la productividad, entonces la elevación del costo de la herramienta se compensa con creces.

Los costos de producción en el mecanizado son el resultado de la suma de varios costos, entre los que pueden mencionarse:

- Herramientas de corte, útiles de sujeción, fijación y equipos de medición, máquinas herramienta, materiales de piezas, costos laborales, gastos fijos.



Según datos de países desarrollados las herramientas de corte solo representan el 3 % de los costos de fabricación y es considerable su influencia en los otros costos. Cuando las herramientas se aplican correctamente mejoran los costos de producción, lo que influye directamente en el rendimiento de la inversión total.

1.12. Conclusiones del capítulo 1

- ✓ La molienda es una operación unitaria, donde para reducir el volumen promedio de las partículas de una muestra sólida se emplean equipos denominados molinos, los cuales son de diferentes tipos y características.
- ✓ Los aceros de bajo y medio contenido de carbono, se han usado para operaciones de maquinado de baja velocidad y para la fabricación de diferentes tipos de estructuras ya que presentan buena maquinabilidad y soldabilidad.
- ✓ Para la obtención final de un producto comúnmente se emplean los procesos de manufacturas como el maquinado y la soldadura con los cuales se puede garantizar la geometría final de la pieza mediante la eliminación del material sobrante de una preforma de partida.

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Introducción

El objetivo de los procesos de molienda es la reducción mecánica del tamaño de los materiales suministrados por la etapa de trituración, hasta el punto de conseguir la liberación de las especies de interés. Esta etapa requiere grandes inversiones de capital, y suele ser la que supone mayores consumos energéticos y mayores costos asociados a elementos de desgaste.

En este capítulo se plantea como objetivo relacionar los elementos que se emplean para la fabricación del molino de anillo y rodillo, así como las máquinas empleadas en el proceso.

2.2. Caracterización de los materiales para fabricar el molino

La resistencia de un elemento en un sistema es muy importante para determinar la configuración geométrica y las dimensiones que tendrá el mismo. La resistencia es un factor importante de diseño, cuando se usa la expresión consideración de diseño se hace referencia a una característica que influye en el diseño de un elemento mecánico o quizás en todo el sistema. Generalmente de acuerdo a las solicitaciones o estados tensionales a que estén sometidos se tienen que tomar en cuenta varios de estos factores.

2.3. Análisis químico de los materiales objetos de estudio

El análisis químico se realizó empleando un Espectrómetro de Masa ESPECTROLAB 230 con electrodo de carbón de tungsteno sumergido en atmósfera de argón en el Laboratorio de la UEB de Fundición de la Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche", Moa. En las tablas 2.1, 2.2; 2.3 y 2.4 aparecen la composición química de los mismos.

Tabla 2.1. Composición química del acero AISI 1045

C	Mn	Cu	Si	Ni	Cr	Mo	Fe
0,46 %	0,65 %	0,16 %	0,25 %	0,40 %	0,40 %	0,10 %	Balance

Tabla. 2.2. Composición química del acero AISI 1020

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe
0,20 %	0,48 %	0,60 %	0,05 %	0,02 %	Balance

Tabla 2.3. Composición química del acero AISI 4340

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
0,40 %	0,48 %	0,70 %	0,90 %	1,80 %	0,25 %

Tabla 2.4. Composición química del bronce 640 A

Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	P	Fe	Al
87 %	15 %	1 %	0,5%	1 %	0,2 %	0,2 %	0,005 %

Para la reconstrucción o la creación de la nueva infraestructura del molino, los productos fabricados de aleaciones traen numerosas ventajas para las diversas aplicaciones, incluyendo alta durabilidad, peso reducido, resistencia a la corrosión, bajo costo de manutención y de instalación, estabilidad dimensional y flexibilidad en el diseño.

La selección se realizó atendiendo a las características funcionales de los mismos, el acero AISI 1020 se empleó en la fabricación de los siguientes elementos:

- Soporte del péndulo.
- Arandelas de diámetro 24 mm.molino
- Arandelas de diámetro 50 mm.
- Núcleo.

Fueron fabricados otros elementos del molino con el material bronce:

- Cojinete de la manga inferior.
- Cojinete de la manga superior.
- Cojinete del péndulo.

Otros elementos, de los cuales se requiere de mayor resistencia mecánica fueron fabricados de acero AISI 1045, los cuales relacionamos a continuación:

- Chaveta del péndulo.
- Pasador del péndulo.
- Tornillo de los soportes.
- Tornillo M 12.
- Tuerca de seguridad.
- Tuerca de los soportes.

- Tuerca del árbol principal.
- Tuerca del rodamiento.
- Tuerca del árbol del rodillo.
- Casquillo del cabezal.

Con el acero AISI 4340 se fabricó el árbol central del molino.

Los aceros al carbono seleccionados son de buena soldabilidad y maquinabilidad según Rodríguez (1983), no son susceptibles al agrietamiento en caliente ni en frío, más notorio para el acero AISI 1045 que endurece por tratamiento térmico. El acero AISI 4340 es una aleación al cromo – níquel – molibdeno de alta templabilidad, la dificultad del mismo radica en su soldabilidad.

2.4. Máquinas y equipos empleados en la fabricación del molino

Es habitual que en los procesos de fabricación se emplean diferentes máquinas, equipos e instrumentos, con el objetivo de convertir la materia prima en producto final, dentro de los mismos se encuentran.

Los instrumentos empleados fueron los siguientes:

- La cinta métrica, el pie de rey, el compás, la punta de trazar, el granete y el martillo.

Dentro de los equipos tenemos:

- Equipo de soldadura oxiacetilénica.

Las máquinas herramienta empleadas en la fabricación de los agregados del molino fueron:

- El torno 16 K 20.
- La máquina de soldar del tipo transformador de CD (Miller).
- La fresadora vertical modelo 6 M 12 L

2.4.1. Caracterización del torno 16 K 20

Los trabajos de torneado se realizaron en el torno 16K20, en el mismo se puede realizar todas las operaciones que se requieren para la fabricación de los

elementos mecánicos relacionados anteriormente, dentro de las principales características que presenta la máquina figuran las siguientes:

2.4.2. Características principales del torno

El torno (figura 2.1) es la máquina más utilizada en las pequeñas industrias mecánicas y talleres de reparaciones, además permite un cambio rápido de las herramientas de corte.

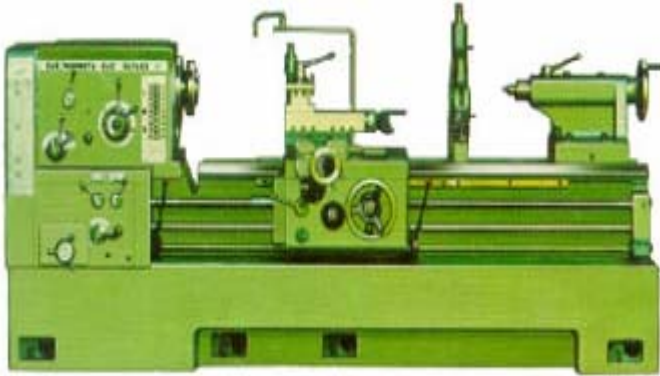


Figura 2.1. Torno paralelo 16 K 20.

Algunas de las características más notables del mismo son:

- Potencia del motor eléctrico. 10 kW
- Tensión. 400 V
- Frecuencia de rotación del husillo. 12,5 – 1 600 rev/min
- Avance:
 - Longitudinal. 0,05... 2,8 mm/rev
 - Transversal. 0,025...1,4 mm/rev
- Fuerza máxima laborable sobre el mecanismo de avance. 4000 MPa.

2.4.2.1. Herramientas de corte empleadas

Se empleó una cuchilla de tornear con ángulo de posición principal $\phi = 45^\circ$, ángulo de incidencia principal $\alpha = 18^\circ$ y ángulo de ataque $\gamma = 0,15^\circ$, con sujeción mecánica Sandvik, código del vástago PSSN R 25 25 M 12, una plaquita SNMG 12 04 08 – PM de calidad 4025 (Coromant corokey, 1996). Se cilindraron entre plato y punto, se tuvo en cuenta los siguientes regímenes de elaboración: número de revoluciones por minuto, avance de la herramienta y la profundidad de corte (Casillas, 1987).

El corte de las piezas luego de torneadas, se realizó con una cuchilla Sandvik con vástago CNGA R 25 25 M 12, plaquita T – MAX – CUT 12 04 12 de calidad T 025 20 (Coromant corkey, 1996).

2.4.3. Características principales de la fresadora

La fresadora (figura 2.2) incorpora un desplazamiento de la pieza en su plano de apoyo. Esto permite un movimiento relativo entre la pieza y la herramienta según los tres ejes de coordenadas X; Y y Z y posibilita el mecanizado de superficies planas o curvas, así como todo tipo de rasurado.



Figura 2.2. Fresadora vertical modelo 6 M 12 L.

Las características fundamentales de la máquina herramienta son:

La superficie útil de mesa es de 320 x 1250 mm, con una potencia del motor $N_m = 7$ kW, presenta un rendimiento la fresadora de $\eta = 0,8$, con una frecuencia de rotación del husillo (r/min): 32,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Los avances longitudinales y el transversal que presenta la mesa (mm/rev) son de: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250.

El avances vertical de la mesa (mm/min): 8;10,5; 13,3; 16,6; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400.

2.4.4. Máquina para soldar

La máquina soldadora tipo transformador produce corriente alterna, donde la potencia es tomada directamente de una línea de fuerza eléctrica y transformada en un voltaje requerido para soldar. El tamaño de la máquina soldadora por utilizar depende de la clase y cantidad de soldadura por hacer.

Las características de la máquina del tipo Miller aparecen en la tabla 2.5.

Tabla 2.5. Características de la máquina empleada del tipo Miller

Alimentación primaria		230 V monofásica - 50/60 Hz
Consumo primario de intensidad máxima		19 A (TIG) – 29 A (ARCO)
Voltaje en vacío		82 V
Gama de ajuste		5 A a 150 A
Factor de Marcha (a 40 °C)	a 100 %	100 A
	a 60 %	120 A
	a 35 %	150 A
Diámetro de electrodo máximo		4mm (5/32")
Índice de Protección		IP23
Normas		EN 60974 - 1
Dimensiones (L x a x A)		420 x 175 x 300 mm
Peso		10 kg

2.4.5. Selección del electrodo

La selección de material aporte requerido se hace conforme al proceso o procesos de soldadura seleccionado, especificaciones de la AWS para materiales de aporte, designación por proceso y material, almacenamiento y cuidados especiales y por ultimo recomendaciones técnicas del fabricante y/o proveedor a través de sus asesores o catálogos.

El electrodo empleado en la unión de las piezas es el E 7018, según AWS se clasifica en: INFRA 718, electrodo básico de bajo hidrogeno.

También presenta otras denominaciones como:

ASME SFA 5,1 E 7018

AWS A 5,1 E 7018

Es un nuevo electrodo bajo hidrógeno con polvo de hierro en su revestimiento, para soldar en todas posiciones. Tiene excelentes propiedades mecánicas a temperaturas bajo cero, es recomendable para fabricación de tanques, tuberías.

Las características más sobresaliente es su calidad radiográfica y excelente tenacidad a probetas Charpa V-Notch, electrodo de muy fácil operación con CA o CD - PI, no hay chisporroteo ni salpicaduras, arco sereno y aprobado por su fácil manipulación. Muy utilizado para relleno rápido en obras de gran magnitud.

Sus aplicaciones son para propósitos generales, empleado en la fabricación de tuberías y de líneas de tuberías de alta presión, en calderas, en recipientes a presión, en fundiciones de aceros, en aceros templados y revenidos y construcción de embarcaciones.

2.4.6. Propiedades mecánicas según AWS

La penetración tiende a ser escasa y hay poca pérdida. Las velocidades de deposición son buenas. Los depósitos son limpios y tienen la consistencia deseable de una imagen radiográfica.

Los electrodos de la clase E-7018 están utilizándose considerablemente en la soldadura de recipiente a presión y tuberías, donde la corrosión y el calor hacen que el uso de las aleaciones de acero sea más práctico. Las propiedades mecánicas aparecen en la tabla 2.6.

Tabla 2.7. Propiedades mecánicas según AWS.

Resist a la tensión	Límite elástico	Elongación en 2" (50 mm)
490 MPa 70 000 Psi	4100 kg/cm ² 58 000 Psi	22 % mín

Para evaluar la resistencia mínima a la tracción del electrodo en el SI:

$$\frac{70000Psi \cdot 0,7}{1000} = 490 [Mpa]$$

✓ Composición química del depósito

Electrodos de bajo hidrógeno o básicos que están compuestos por carbonato de calcio principalmente, el que genera la atmósfera protectora y una escoria bastante gruesa y densa, que asciende con gran facilidad en el baño metálico. En la tabla 2.8, se refleja la composición química del depósito del electrodo E 7018

Tabla 2.7. Composición química del depósito del electrodo AWS E 7018.

C	Mn	Si	S	P
0,05	1,03	0,60	0,020	0,020

Estos electrodos se aplican en trabajos de alta responsabilidad y en materiales que requieren elevada ductilidad y tenacidad, ya que depositan un contenido ínfimo de hidrógeno y otras impurezas (si el revestimiento está correctamente seco). Depositán un metal con gran resistencia al agrietamiento en frío y en caliente.

2.5. Selección de los regímenes de elaboración

Para garantizar el buen acabado superficial de los elementos a maquinar en el proceso de torneado, se cilindrarán al aire con los siguientes datos de corte: $n = 250 \text{ rev/min}$, $S = 0,2 \text{ mm/rev}$.

2.5.1. Velocidad de corte

La elección de la velocidad de corte viene determinada por el material de la herramienta, el tipo de material a mecanizar y las características de la máquina. Una alta velocidad de corte permite realizar el mecanizado en menos tiempo, pero acelera el desgaste de la herramienta.

La velocidad de corte se expresa en m/min. La velocidad adecuada de corte depende de varios factores y en ningún caso se debe superar la que aconsejan los fabricantes de las herramientas (Casillas, 1987).

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (2.1)$$

Donde:

V_c - velocidad de corte; m/min.

D - diámetro de la pieza; mm.

n - frecuencia de rotación del husillo; rev/min.

1 000 - factor de conversión de milímetro a metro.

2.5.2. Profundidad de corte

Es la dimensión de la capa de metal que arranca la cuchilla de una pasada. Si una pieza cilíndrica de diámetro D se tornea de una pasada de la cuchilla hasta el diámetro d , entonces la profundidad de corte es igual a la mitad de la diferencia entre los diámetros.

$$t = \frac{D-d}{2} \quad (2.2)$$

Donde:

t - profundidad de corte; mm.

d - diámetro de la pieza después de la elaboración; mm.

2.5.3. Tiempo de maquinado

Es el tiempo invertido por el operario en la ejecución del trabajo, también conocido por tiempo básico o tiempo total de maquinado (Fernández, 2007).

$$T_m = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i \quad (2.3)$$

Donde:

T_m - tiempo de maquinado; min.

L - longitud a maquinar; mm.

i - número de pasadas.

s - avance de la herramienta; mm/rev

El refrentado consistió en la limpieza del frente de las caras de la pieza, el tiempo básico o de maquinado para esta operación se calcula por la siguiente ecuación.

$$T_b = \frac{\frac{D}{2} + Y + \Delta}{n \cdot s} i; \text{ min} \quad (2.4)$$

$$Y = t \cos \varphi \quad (2.5)$$

Donde:

Y - longitud de entrada de la cuchilla; mm

Δ - coeficiente, que se encuentra de 1... 3.

2.5.4. Fresado

El procedimiento de fresado se empleará para la elaboración de los chaveteros y de las chavetas, así como en la elaboración de las diferentes tuercas y cabezas de tornillos que se fabricarán.

$$V_c = \frac{\pi \cdot D_f \cdot n}{1000} \quad (2.6)$$

Donde:

D_f - diámetro de la fresa; mm

Para determinar el avance por dientes (S_z), el mismo se prefija entre 0,18 – 0,22 mm/diente, generalmente se adopta $S_z = 0,2$ mm/diente

2.5.5. Tiempo de maquinado para el fresado

Los procesos de fresados se consideran difíciles, al trabajar en la máquina fresadora hay que emplear dispositivos especiales como el cabezal divisor, todo lo cual encarece los tiempos en ella empleados.

$$T_m = \frac{L}{S_m} \cdot i \quad (2.7)$$

Donde:

L - largo del desplazamiento; mm

S_m - avance por minuto de la herramienta o pieza; mm/min

El largo del desplazamiento se determina según Fernández et al. (2004) como:

$$L = l + Y + \Delta_1 \quad (2.8)$$

Donde:

l - largo de la pieza que se trabaja; mm.

Y - es la magnitud (el camino) de la entrada; (mm)

Δ_1 - magnitud de la salida o carrera libre de la herramienta.

Para fresas de mango durante el fresado simétrico se calcula como:

$$Y = \frac{D_f - \sqrt{D_f^2 - t^2}}{2} \quad (2.9)$$

2.6. Proceso de soldadura

Es posible con información de carácter general, calcular costos y consumos para un trabajo efectuado con cualquier proceso de soldadura por arco, pudiendo de esta manera evaluar alternativas de diseño, de procedimiento o proceso y presupuestar el trabajo correspondiente. La dificultad de estos cálculos está en determinar, con la precisión que requiera el caso, la sección de la junta a rellenar, que será la que permita establecer la cantidad de material de aporte necesario. En la ecuación 2.10 aparece el cálculo de costo del proceso de soldadura.

$$CT = \frac{M}{J} + \frac{C}{D.B} + \frac{E.U.I}{1000.D} + \frac{A}{D.B} \quad (2.10)$$

Donde:

- CT - costo total; \$/kg
- M - costo del material de aporte; \$/kg
- C - costo de la MO directa; \$/h
- A - costos indirectos (MO indirecta, seguro, flete mecanizado); \$
- E - costo de la energía eléctrica; \$/kWh
- D - velocidad de deposición; kg/h
- J - rendimiento del material o eficiencia del proceso; %
- B - factor de marcha u operatividad; %
- U - tensión; V
- I - comente; A

2.6.1. Cantidad de electrodos

Es habitual que quien tiene que efectuar o presupuestar un trabajo de soldadura de unión de un recipiente, una estructura o una construcción en particular, se vea en el problema de calcular cuanto material de aporte (varillas, alambres, fundentes, electrodos) necesita y muchas veces también el costo total de dicho trabajo.

$$Ce = \frac{S.Lc}{10^6} \delta (1,2) \quad (2.11)$$

Donde:

- C_e - cantidad de electrodos; kg
 S - sección de la junta; cm^2
 L_c - longitud a soldar; mm
 10^6 - factor de conversión.
 δ - peso específico del material; kg/dm^3
1,2 - coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas por salpicaduras, el calentamiento y el aprovechamiento del electrodo.

2.6.2. Cálculo de consumos en la soldadura de unión

La base de cálculo del material necesario para llenar la junta es la determinación de la sección transversal de dicha junta. El valor de la sección S , dependerá, del tipo de junta y chaflán a utilizar.

El cálculo del tiempo principal de soldadura se determina según Fernández (2007) como:

$$t_o = \frac{\delta(F)L_c}{Kh.I}$$

(2.12)

Donde:

- t_o - tiempo de soldadura; min
 F - área de la sección transversal del cordón; cm^2
 F_1 - $(6 - 8)d_{\text{elect}}$ para la primera pasada.
 F_2 - $(8 - 12)d_{\text{elect}}$, para las demás pasadas.
 Kh - coeficiente de depósito; ($Kh \dots 8,9$ y $9,5$)

El tiempo de servicio al puesto de trabajo será igual del 3 – 5 % del tiempo operativo.

El tiempo de descanso del obrero se tomará entre un 5 – 15 % del tiempo operativo.

Para gasto de MOI se toma aproximadamente a un 30 % del tiempo operativo, excepto para el Tratamiento Térmico.

2.7. Clasificación de los gastos de tiempo de trabajo

El tiempo de trabajo como regla debe ser tiempo útil completamente normado. Al obrero hay que crearles las mejores condiciones de trabajo que permitan en el transcurso de la jornada utilizar el tiempo económico racional (Feschenkov, 1989).

En el tiempo total entran todas las categorías de gastos de tiempo de trabajo.

$$T_{pu} = T_b + T_a + T_{pt} + T_{org} + T_{dnp} + T_{dnp} \quad (2.13)$$

Donde:

T_{pu} - tiempo por unidad de producción y la suma de todos los tiempos de las diferentes categorías.

T_b - tiempo básico o principal de máquina.

T_a - tiempo auxiliar.

T_{pt} - tiempo de procesos tecnológicos.

T_{org} - tiempo organizativo.

T_{dnp} - tiempo de descanso y necesidades personales.

El tiempo por unidad de producción de las normas técnicamente fundamentadas es el tiempo necesario para ejecutar la operación tecnológica dada al aplicar los métodos modernos de maquinado, experiencias de los trabajadores de avanzadas con innovadores.

El tiempo básico es el tiempo que se gasta en cambiar las dimensiones, la forma y rugosidad de la pieza y puede ser manual o de máquina

El tiempo auxiliar es el tiempo que se gasta para el cuidado del puesto de trabajo y otros gastos como buscar herramientas, limpieza de la máquina, llamado también T_{spt} (tiempo de servicio al puesto de trabajo).

$$T_{spt} (0,04...0,08)T_b \quad (2.14)$$

El tiempo auxiliar es el que se gasta en la colocación de piezas, arranque y parada de la máquina, conexión y desconexión del avance, medición de la pieza.

$$Ta = (0,18...0,25)Tb \quad (2.15)$$

El tiempo organizativo es aquel en el cual se realiza un trabajo productivo dirigido al concepto de una tarea (operación).

$$Torg = Tb + Ta \quad (2.16)$$

El tiempo de descanso y necesidades personales es donde se consideran las pausas y descanso físico. Este tiempo suele descontarse de la jornada laboral.

$$Tdn = (0,17...0,25) , \text{ para una jornada de trabajo de (4 horas)} \quad (2.17)$$

En el tiempo por causas organizativas se considera:

$$Tpco = (2 \%)Tb \quad (2.18)$$

En el tiempo por causas técnicas:

$$Tpct = (1,6 \%)Tb \quad (2.19)$$

El tiempo total del proceso tecnológico

$$\sum T_{total} = Tpu + To + Tpet + Tct \quad (2.20)$$

En Cuba, la no existencia generalizada del control numérico y máquinas automáticas ha frenado la utilización de las herramientas con placas intercambiables debido a la poca rigidez y estabilidad de las máquinas convencionales; pero su utilización en los talleres mejoraría considerablemente el proceso de mecanizado disminuyendo los costos de producción a pesar del costo inicial de la herramienta.

2.8. Conclusiones del capítulo 2

- ✓ Se caracterizaron a través del análisis espectral la composición química de cada uno de los materiales para la fabricación del molino, los mismos reúnen las condiciones para efectuar los procesos de soldadura y maquinado.
- ✓ Quedó establecida la metodología de cálculo para determinar los diferentes procesos que permitirán realizar las tecnologías de maquinado y de soldadura para la fabricación del molino de anillo y rodillo.
- ✓ Al precisar la clasificación de los gastos de tiempo de trabajo en lo que incurren los procesos de soldadura y maquinado, se podrá fundamentar en cada carta tecnológica el tiempo completo destinado a cada operación.

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1. Introducción

El objeto del análisis de la tecnología de la producción, complejidad muy diferente según los productos y servicios de que se trate, consiste en establecer si el proyecto es técnicamente o no factible, cuáles son los procesos más adecuados.

El objetivo del capítulo es exponer los principales resultados derivados del trabajo y a partir de los mismos, el establecimiento de las tecnologías de soldadura y maquinado para la construcción del molino de anillo y rodillo a partir de los diferentes materiales seleccionados.

3.2. Análisis de la tecnología de fabricación con acero AISI 1020

Del capítulo 2, epígrafe 2.3.1, se abordó sobre los requerimientos para el proceso de maquinado de los diferentes elementos que componen el molino de anillo y rodillo, los datos obtenidos sobre los procesos de maquinado aparecen en los anexos del presente trabajo. Fueron maquinados todos los materiales con régimen de lubricación. Los elementos maquinados se muestran a continuación en las diferentes figuras. La figura 3.1 es el soporte del péndulo (ver anexo 1).

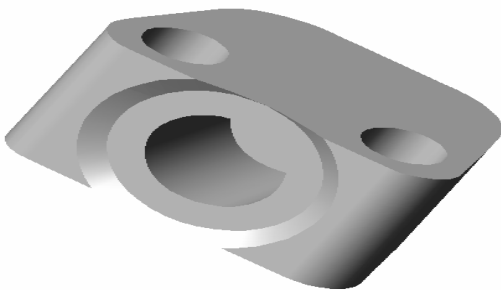


Figura 3.1. Soporte del péndulo.

El soporte del péndulo es fabricado de acero AISI 1020, para fabricar el mismo se realizó por proceso de fresado y taladrado. La función del mismo es que permite el alojamiento de los pasadores de los péndulos, además garantiza la fijación de los mismos.

La justificación del material está fundamentada en que este es un material de bajo contenido de carbono, de fácil maquinabilidad y buena soldabilidad, cumple con

los requisitos establecidos para la fabricación del soporte. En la tabla 3.1 aparecen los regímenes de elaboración.

Tabla 3.1. Regímenes de elaboración del soporte del péndulo.

Denominación	Máquinas	n	S
Soporte del péndulo	Torno	200	0,4
	Fresadora	160	16,6

En los anexos 2, 3 y 4 aparecen la tecnología de maquinado de los demás elementos fabricados de acero AISI 1020.

3.3. Análisis de la tecnología de fabricación con material de bronce

Con los electos fabricados de bronce estuvo fundamentado su empleo para disminuir el coeficiente de fricción entre el par tribológico que trabaja en contacto con otra superficie, estos elementos denominados cojinetes de contactos planos, como se observa en la figura 3.2, evitarán el desgaste acelerado y darán mayor vida útil al equipo.



Figura 3.2. Cojinetes de contacto plano.

Elementos empleados para disminuir el coeficiente de fricción bajo condiciones de carga y estados tensionales a que están sometidos los elementos mecánicos. Este bronce, como aleación de cobre y que contiene elementos aleantes como el estaño, el plomo y en pequeñas cantidades el fósforo y níquel, son típicos para los cojinetes de deslizamiento. La aleación que contiene de un 12 a un 15 % de estaño, se emplea en estas aplicaciones que presentan presiones y velocidades medias. En la tabla 3.2 aparecen los regímenes de elaboración.

Tabla 3.2. Regímenes de elaboración para elaborar los cojinetes.

Denominación	Máquinas	n	S
a) Cojinete de la manga sup	Torno	200	0,5
b) Cojinete de la manga inf	Torno	200	0,5
c) Cojinete del péndulo	Torno	315	0,2
b) Cojinete de la manga inf	Mortajadora	64	0,2

En los anexos 5, 6 y 7 aparecen las tecnologías de maquinado.

Para obtener inmobilizaciones totales se emplearán tornillo como conjunto rosca cilindro, mostrados en la figura 3.3.

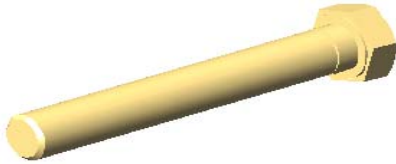


Figura 3.3a. Tornillo.



Figura 3.3b. Tuerca.

Estos serán los elementos roscados macho que realizará la unión entre varios elementos en conjunto con la tuerca que es el conjunto rosca – agujero, el orificio roscado se acopla con el tornillo. En la tabla 3.3 aparecen los regímenes de elaboración.

Tabla 3.3. Regímenes de elaboración para elaborar los tornillos y las tuercas de acero AISI 1045.

Denominación	Máquinas	n	S
Tornillo	Torno	200	0,4
Tuerca	Fresadora	315	26,6

En los anexos 8 y 9 aparecen las tecnologías de maquinado.

3.4. Análisis de la tecnología de fabricación con el material AISI 4340

El soporte de la araña como se muestra en la figura 3.4, es el elemento que soporta el peso de los cuatro péndulos de conjunto con la araña y a su vez gira alrededor del eje principal, se fabricó de acero AISI 4340.

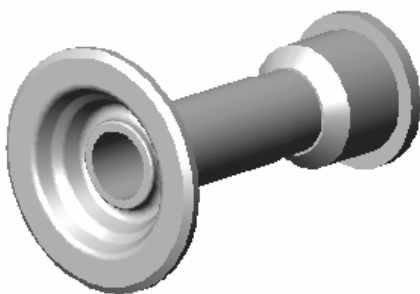


Figura 3.4. Soporte de la araña.

Establecido como el cuerpo del molino donde se aloja el árbol principal, se introduce por el agujero que presenta el mismo, todo el mecanismo gira alrededor

del sistema, el soporte de montaje del deslizador rota con el árbol mientras se balancea libremente, esto provoca una gran fuerza centrífuga, que desparrama los bultos de materiales uniformemente en la capa moledora intermedia entre el rodillo central y el anillo. La forma de los cuerpos parte de consideraciones cinéticas y no depende del grado de eficacia de molienda. Los regímenes de elaboración se recogen en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Regímenes de elaboración del soporte de la araña

Denominación	Máquinas	n	S
Soporte de la araña	Torno	200	0,25

En el anexo 10 aparece la tecnología de maquinado.

El otro componente del molino aparece en la figura 3.5, denominado tambor.

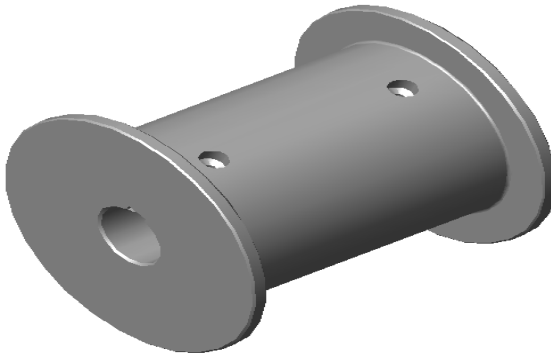


Figura 3.5. Tambor

Este es el tambor alimentador del molino, a través de él se le realiza el suministro del material a pulverizar (bentonita). Se le sueldan seis planchas de 400 x 80 x 15, dispuesta a 60° entre si, estas planchas son las encargadas del arrastre del mineral a triturar. En la tabla 3.5 aparecen los regímenes de elaboración.

Tabla 3.5. Regímenes de elaboración del tambor

Denominación	Máquinas	n	S
Tambor	Torno	128	0,25
	Taladradora	315	0,25
	Mortajadora	64	0,2

En el anexo 11 aparece la tecnología de maquinado.

3.5. Análisis de la tecnología de fabricación con el material AISI 1045

La fabricación de los elementos fabricados de acero AISI 1045, se justifica porque es considerado en la práctica industrial como el material que combina elevada

tenacidad - ductilidad con una gran capacidad de endurecimiento por deformación y una elevada resistencia al desgaste a pesar de su relativa baja dureza. Presenta buena maquinabilidad, así como buena soldabilidad. La figura 3.6 muestra estos elementos.



Figura 3.6a. Chaveta del péndulo. Figura 3.6 b. Pasador del péndulo.

La chaveta se colocará en la interfase entre el árbol y el rodillo, transmitirá la potencia, así como el torque. La cuña tendrá la posibilidad de desmontarse para facilitar el ensamble y desarmado del sistema del árbol. Se instalará dentro de una ranura axial que se fresa en el árbol, denominada cuñero, ranura similar en la maza de la pieza para asegurar la transmisión de la potencia y torque. El pasador será la varilla metálica que servirá acoplar piezas que integran el péndulo, servirá de pasador de sujeción y a la vez asegurará la posición relativa de las dos piezas logrando una posición entre ellos. Ver en la tabla 3.6 los regímenes de elaboración.

Tabla 3.6 Regímenes de elaboración

Denominación	Máquinas	n	S
Chaveta	Fresadora	250	40
Pasador del péndulo	Torno	200	0,25

Las tecnologías de maquinado de los dos accesorios aparecen en los anexos 12 y 13 respectivamente.

El árbol del rodillo que se muestra en la figura 3.7 tendrá la función de asegurar el sistema de movimiento.

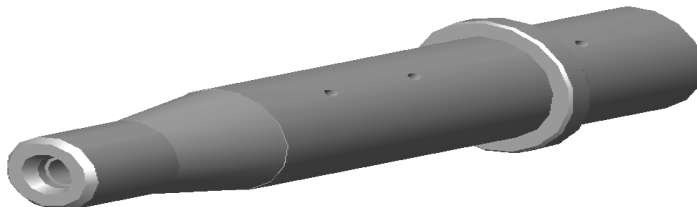


Figura 3.7. Árbol del rodillo.

En el molino pendular los rodillos se encontrarán suspendidos en un eje vertical y presionarán en un ángulo de 90° lateralmente al anillo de molienda. La superficie de molienda se colocará vertical. Los rodillos, en este caso, estarían horizontalmente.

Cuando se inclina el eje de los rodillos con su punto de giro, el rodillo realiza un movimiento circular alrededor del punto oscilante. Para que el rodillo trabaje lo más perpendicular posible a la pista de molienda, esta debe de estar inclinada lo más opuesta posible, de modo se obtiene una pista de molienda cónica. Ver la tabla 3.7 los regímenes de elaboración.

Tabla 3.7 Regímenes de elaboración

Denominación	Máquinas	n	S
Árbol del rodillo	Torno	200	0,25
	Taladradora	125	0,2

Se recoge en el anexo 14 la tecnología de maquinado.

El árbol principal (figura 3.8) se introduce en el cuerpo del molino para garantizar el movimiento del sistema, así como el ensamblaje del conjunto mecánico.

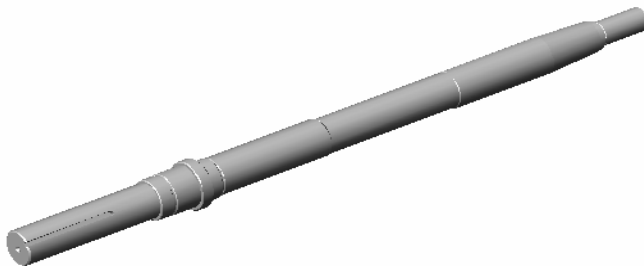


Figura 3.8. Árbol principal.

El árbol principal tendrá la función de permitir el giro de los péndulos. La tabla 3.8 muestra los regímenes de elaboración.

Tabla 3.8 Regímenes de elaboración

Denominación	Máquinas	n	S
Árbol principal	Torno	200	0,25
	Fresadora	125	16,6

En el anexo 15 aparece la tecnología de elaboración.

Para garantizar la rotación del tambor alimentador se fabrica el árbol del tambor alimentador como se muestra en la figura 3.9. El proceso de maquinado se recoge

en el anexo 16. Este proceso de rotación o movimiento se logra mediante la unión de chavetas.

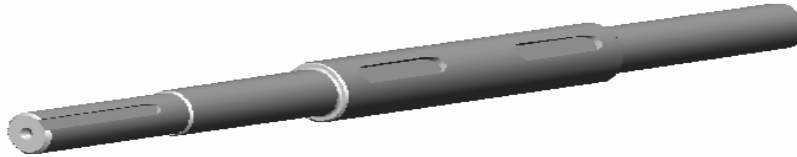


Figura 3.9. Árbol del tambor alimentador.

El árbol atraviesa a los rodillos en ambos lados, terminando en un manguito. Esta unidad fija de los rodillos en forma de cruz, descansa sobre un apoyo estáticamente definido sobre cuatro puntos, sobre la pista horizontal del plato. Ver regímenes de elaboración en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Regímenes de elaboración

Denominación	Máquinas	n	S
Árbol del tambor alimentador	Torno	200	0,25
	Fresadora	125	16,6

El proceso de roscado se realizará también en la máquina herramienta torno.

Los rodillos con insertos (figura 3.10), que son de poco peso, son camisas fácilmente desmontables de los péndulos. A pesar del peso de los rodillo, el efecto triturador se consigue por la fuerza centrífuga con que actúan los péndulos contra la pista.

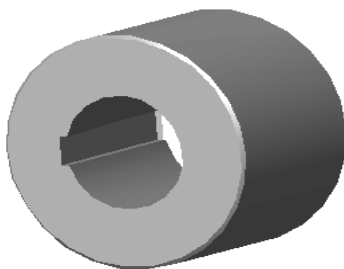


Figura 3.10. Rodillo con inserto.

La unidad de cuatro rodillos está fijada en el cubículo de la molienda. Los rodillos giran sobre su propio eje, pero no alrededor del centro del plato. Para el soporte del par de giro contra la carcasa del molino, unas barras de soporte horizontales que se encuentran ancladas tangencialmente a ella, se encuentran además fijadas a las piezas de conexión de los ejes de los rodillos que sobrepasan la carcasa.

En los cuatro muñones del eje se fijan también las barras de tracción apuntando hacia abajo, diagonalmente formando parte del aparillaje hidráulico, con cuya ayuda se guía la unidad de cuatro rodillos hacia el lecho de molienda. Al estar los cuatro rodillos unidos rígidamente entre sí, se vuelca la unidad de molienda sobre la línea de unión de los puntos de apoyo de dos de los rodillos. Ver regímenes de elaboración en la tabla 3.10.

Tabla 3.10. Regímenes de elaboración

Denominación	Máquinas	n	S
Rodillo con inserto	Torno	79,7	0,25
	Mortajadora	40	0,5

En el anexo 17 aparece la tecnología de maquinado.

Otro modo de sujeción o inmovilización es con tuerca de seguridad (figura 3.11), las cuales se fabrican por procesos de maquinado que incluye el torno y la fresadora.

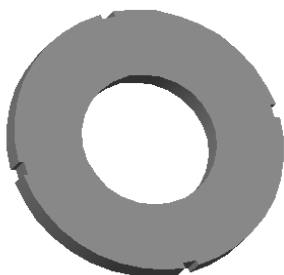


Figura 3.11. Tuerca de seguridad.

Este tipo de tuerca se va a emplear en inmovilizaciones de tornillos, para evitar que se aflojen las uniones sometidas a vibraciones, golpes, cambios de temperatura. En la tabla 3.11 se muestran los regímenes de elaboración.

Tabla 3.11. Regímenes de elaboración

Denominación	Máquinas	n	S
Tuerca de seguridad	Torno	79,7	0,25
	Fresadora	160	26,6

Ambos procesos de maquinado aparecen recogidos en el anexo 18.

En este molino la pista de trituración (figura 3.12) es el área que trabaja en contacto con los péndulos, al accionar el mecanismo, los cuatro péndulos

dispuestos en el equipo accionan y el material es pulverizado en la pared de la pista.

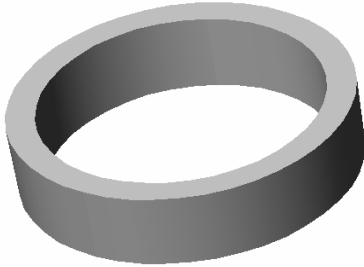


Figura 3.12. Pista de trituración.

El anillo de contención que bordea el perímetro de la pista de molienda sirve para mantener el espesor del lecho de material dándole la estabilidad necesaria. En el molino la presión sobre los elementos trituradores se aplica neumáticamente, variando según las condiciones que presente el material.

La resistencia a la rotura por compresión del material está determinado por cuanto más elevada sea la velocidad con que se aplica la carga, de ello se deduce tanto mayor cuanto más elevada sea la velocidad con que se aplica la carga. Los rodillos se mantienen contra el anillo por la presión de resortes o por la fuerza centrífuga. Los regímenes de elaboración se muestran en la tabla 3.12.

Tabla 3.12. Regímenes de elaboración

Denominación	Máquinas	n	S
Pista de trituración	Torno	125	0,25

Ver la tecnología de maquinado en el anexo 19.

La arandela elástica mostrada en la figura 3.13, es el electo que se coloca antes de la tuerca en el tornillo, normalmente son accesorios normalizados.



Figura 3.13. Arandela elástica.

Se utilizan porque la elasticidad de la arandela favorece la inmovilización.

3.6. Análisis del sprocket del sistema motriz

Este elemento mecánico (figura 3.14) es fabricada por proceso de fundición con material del tipo FG – 24, se escoge este tipo de aleación por las buenas propiedades de resistencia al agarrotamiento que presenta en atmósfera polvorienta, con escasa lubricación.



Figura 3.14. Sprocket Z 30 RC 80.

El sprocket entra en el mecanismo de transmisión del molino, es un mecanismo formado por un sprocket y una catalina que giran alrededor de unos ejes paralelos, cuya posición relativa es fija. Se considera esta aplicación porque el mecanismo de los ejes de giro de los dos elementos mecánicos, están separados y se necesita producir un movimiento relativo de un eje de giro respecto al del reductor. Ver regímenes de elaboración en la tabla 3.13.

Tabla 3.12. Regímenes de elaboración

Denominación	Máquinas	n	S
Sprocket	Torno	250	0,5
	Talladora	65	1,0
	Mortajadora	64	0,2

Ver la tecnología de maquinado en el anexo 20.

Los regímenes de elaboración de cada una de las máquinas se escogió atendiendo a las propiedades físico – mecánicas y dimensiones espaciales del material a procesar, material de la herramienta, acabado superficial y función de la pieza en el molino. En cada uno de los casos se ha logrado que el sistema MADIHP sea lo más seguro posible para evitar distorsiones y alabeos que pudieran invalidar la pieza.

3.7. Ensamble del subconjunto del órgano triturador

El órgano triturador que aparece en la figura 3.15 está compuesto por los siguientes elementos.

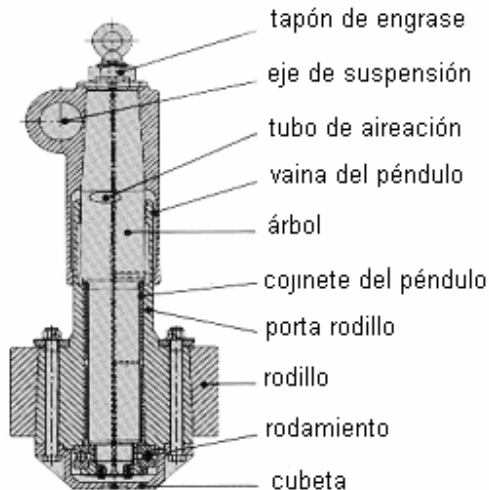


Figura 3.15. Órgano triturador.

El órgano triturador o péndulo realiza la función del triturado, que durante el rodamiento y bajo la acción de la fuerza centrífuga ejercitan una fuerte presión sobre la pista de trituración situada en la base del molino.

El molino se construye para una capacidad de una tonelada por hora, siendo este adecuado para las propiedades de la bentonita y para las exigencias de la Empresa Minera de Occidente.

Nota: En consideración con las demás piezas que componen el molino y que no aparecen descritas en el cuerpo del trabajo, se relacionan en los anexos 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29 y 30.

3.8. Cálculo de los costos de soldadura

En esta fase se define que normas y códigos de soldadura aplican para el diseño y fabricación del producto soldado con el fin de garantizar la confiabilidad y calidad del producto soldado acorde con unas necesidades específicas.

Para el diseño de los tipos y disposición de las juntas a soldar se tienen en cuenta una serie de reglas y principios, desarrollados en Niebles (2005) y los cuales son organizados y orientados a la reducción de concentradores de esfuerzos y en

condiciones de fatiga, al control de las distorsiones, a la facilidad de soldado y a aspectos generales. Todas estas reglas y principios fueron aplicados metodológicamente como se muestra a continuación:

- ✓ Las configuraciones fueron transferidas a las piezas y no a los cordones de soldadura.
- ✓ Las juntas a tope se diseñaron para que sólo soporten cargas de tensión o preferible compresión.
- ✓ En la mayoría del proceso de soldadura fueron uniones a tope y no a solape, esto es por la transmisión de cargas.

Para determinar el consumo de electrodos empleados en el cilindro, se tuvo en cuenta la deposición de los cordones según el tipo de junta. Las juntas seleccionadas corresponden con el código API 650 y Normativa NBE EA-95, para las juntas horizontales y verticales se tomaron las juntas a tope sin preparación de bordes con soldadura de refuerzo.

3.9. Valoración económica

Al valorar la ficha de costo mostrada en el anexo 31 en la que se incurrió en todo el proceso de fabricación, y analizar todos los renglones ejecutados en 2 010, 448 h, con gastos en salario de 5 421, 2148 CUP y en materiales de 2 415, 56 CUC se tiene que el costo de fabricación del molino es de 65 810, 2148 CUP, en caso de comprarse en el extranjero a la firma Walter, la que oferta sus equipos a más baja escala, el costo sería de 100 785, 58 USD, al analizar el efecto económico se determina que la entidad ahorra 34 975, 3652 CUC por concepto de importación, hecho que marca una pauta trascendental en la economía de la Empresa Minera de Occidente así como en el país.

3.10. Valoración del impacto medio ambiental

El interés por salvaguardar el medio ambiente donde nos movemos, trabajamos, alimentamos y vivimos es cada vez de mayor intensidad, aún más si conocemos que su contaminación podría traer como consecuencia nuestra propia destrucción. El conocimiento de la salud del medio ambiente es un factor esencial para la

protección que cada hombre debe establecer sobre su entorno. El desarrollo impetuoso de las fuerzas productivas ha implicado el incremento de los riesgos de contaminación atmosférica, de la misma manera el desarrollo vertiginoso de la industria ha creado desechos, que durante un tiempo se pensó que se podrían depositar en basureros, bien en tierra o en mar sin causar ningún perjuicio. En la actualidad comprendemos que estas acumulaciones no son más que el legado que preparamos para el futuro, que no tienen culpa alguna de la inmadurez del hombre para prever lo que podría pasar si continuáramos contaminando el entorno.

El término "contaminación atmosférica" hace referencia a fenómenos en la atmósfera que ocasionan daños, directa o indirectamente, a la salud humana, a los animales, a las plantas o a los materiales. Dado que el aire es el recurso natural que necesitamos de una manera más inmediata, los fenómenos de contaminación atmosférica tienen una enorme trascendencia. La peligrosidad de estos fenómenos explica la necesidad de un control estricto de las emisiones de sustancias que puedan ser responsables de los mismos, de sus niveles en el medio ambiente atmosférico, y de la vigilancia de su evolución en el entorno.

3.10.1. Calentamiento en los procesos de soldadura

Las altas temperaturas de calentamiento durante los procesos de soldadura son potencialmente perjudiciales para el proceso y para el medio ambiente, ya que aceleran rápidamente los procesos de fusión del material de aporte, material base, revestimiento y fundentes, teniendo lugar durante este proceso la evaporación, salpicaduras, y oxidación de los materiales y elementos que participan en las reacciones químicas de la zona fundida. Que unidos a la acción del alto grado de salitre en el municipio y el monóxido de carbono, óxidos de azufre, amoníaco, entres muchas otras sustancias emitidas al medio producto de la actividad industrial, ya sea por escapes o emisión, son las responsables del deterioro del medio ambiente en el municipio y afectaciones a la salud del hombre.

A estas altas temperaturas las moléculas de oxígeno, nitrógeno e hidrógeno se descomponen parcialmente en átomos, alcanzando una actividad química mayor

que en estado molecular y ocasionan la oxidación de los elementos, la saturación de la aleación con nitrógeno y la absorción de hidrógeno con más intensidad. La cantidad de oxígeno en el material de la costura depende de la influencia de la atmósfera de gas protector, la escoria y los elementos químicos de mayor afinidad que el hierro.

3.10.2. Afectaciones de los procesos de soldadura

Los trabajos de soldadura son bastante perjudiciales al medio ambiente, debido a la incidencia de las radiaciones, gases y altas temperaturas generados por el proceso. Los efectos contaminantes derivados de los procesos de soldadura son mucho más agresivos a la salud cuando las piezas a soldar están recubiertas de sustancias como: aceites, pinturas y otras; que se evaporan durante el proceso e inciden en el hombre junto a los gases de la soldadura y los del local, si en el mismo se realiza cualquier otra actividad que emita sustancias al medio.

Las temperaturas extremas que pueden alcanzarse en los procesos de soldadura de acuerdo a las temperaturas de fusión de los metales, entre 260 ° C (500 ° F) y más de 2 760 ° C (5 000 ° F), con:

1. La llama de gas puede alcanzar los 3 037 ° C (5 500 ° F)
2. La llama del arco del plasma puede alcanzar 30 537 ° C (55 000 ° F).

La tabla 3.1 presenta una lista de las sustancias nocivas que se originan en los diversos procedimientos de soldadura. Especial importancia tienen el cromo y el níquel, por ser elementos carcinógenos y mutagénicos. Algunos elementos peligrosos están presentes en el humo generado en la soldadura en porcentajes superiores al 1 %, dando origen a riesgos para la salud.

Tabla 3.1. Sustancias nocivas que se desprenden de los procedimientos de soldadura.

Contaminante		1.1 Fuentes	Técnica de soldadura	Concentración máx. Admisib. en el P./T. (MAK) mg/m ³
Plomo	PbO	Sold. de plomo o piezas plomadas	todas	0,1
Cromo	Cr _{2/3}	Sold. con electrodos de aleación (acero al cromo-níquel)	todas	
Cadmio	CdO	Piezas cadmiadas	todas	0,05
Monóxido de carbono	CO	Sold. con electrodos de revestimiento alcalino, llama de gas	todas	30
Dióxido de carbono	CO ₂	Sold. con gas o electrodos revestidos, gas protector	todas	5000
Cobre	CuO	Sold. de cobre, piezas revestidas de cobre	todas	0,1
Manganeso	MnO	Sold. de piezas con contenido en Mn, todos los electrodos	todas	5
Níquel	NiO	Sold. de acero al cromo-níquel, electrodos de aleación	todas	
Nitrógeno	NO ₂	Sold. en espacios reducidos, espacios subterráneos, depósitos	todas	9
Cinc	ZnO	Sold de cinc, piezas con rev. de cinc, pintura al cinc	todas	5
Aluminio	Al ₂ O ₃	Sold. de Al, casi todos los tipos de electrodos	Sold. Arco voltaico	
Hierro	Fe ₂ O ₃	Sold. aceros, todos los electrodos	Sold. arco voltaico	8
Fluoruros	F	Sold. con electrodos alcalinos y aleaciones	Sold. Arco voltaico	2,5
Calcio	CaO	Sold. con electrodos revestidos	Sold. Arco voltaico	5
Sodio	Na ₂ OH	Sold. con electrodos revestidos	Sold. Arco voltaico	2
Oxígeno (ozono)	O ₃	Fuerte radiación ultravioleta	Sold. arco voltaico	0,2
Titanio	TiO ₂	Sold. con electrodos revestidos	Sold. Arco voltaico	8

Nota: Los valores de concentración máxima admisibles en el puesto de trabajo están dados en miligramos de la sustancia nociva desprendida por metro cúbico de aire.

3.10.3. Afectaciones de los procesos de maquinado

Durante el proceso de maquinado se produce gran cantidad de desechos sólidos, estos desechos en forma de virutas al ser depositados en un lugar específico alteran el equilibrio de ese pequeño ecosistema, ya que en su composición poseen elementos que pueden ser lixiviables, bajo la acción de las temperaturas altas y las lluvias, pasan a las aguas subterráneas contaminándolas. Además en el taller se consume una gran cantidad de energía eléctrica, la cual se toma de la red nacional convirtiéndose en gasto de combustible y contaminación atmosférica debido al proceso de combustión para generar energía.

3.11. Conclusiones del capítulo 3

- Quedó establecida la tecnología de maquinado para la fabricación del molino de anillo y rodillo de la Empresa Minera Occidente, donde se especificaron las máquinas y regímenes de elaboración de cada una de las piezas a fabricar.
- Se realizó la fabricación de cada uno de los elementos de acuerdo a las funciones de los materiales seleccionados, los cuales se corresponden con sus propiedades mecánicas y así lograr mayor durabilidad en la construcción del molino.
- Los procesos de soldadura y maquinado afectan en gran medida al medio ambiente y a la salud del hombre ya que en los mismos se generan residuos, que al ser lixiviables contaminan las aguas.



Conclusiones Generales

- ✓ Los Procesos de conformado por eliminación de Material, denominados procesos de mecanizado, se caracterizan por la obtención de la geometría final de la pieza mediante la eliminación del material sobrante de una preforma de partida.
- ✓ En la construcción del molino para la Empresa Minera de Occidente se emplearon disímiles materiales, los cuales se seleccionaron según sus propiedades mecánicas y en carácter de la función del molino de anillo y rodillo.
- ✓ La construcción del molino de anillo y rodillo para la Empresa Minera de Occidente donde se consideró la mano de obra, materiales, máquinas y herramientas, incurre en un costo en el orden de los 5 421, 2148 CUP y 2 415, 56 CUC, hecho que marca una pauta trascendental en la economía de la entidad así como en el país, al ahorrarse 67 367, 59 dólares por sustitución de importaciones.



Recomendaciones

- ✓ Realizar los cálculos de diseño de la transmisión a partir del mecanismo que permite el movimiento en el cilindro rotatorio a escala de laboratorio en dependencia de la carga que el mismo pueda soportar.
- ✓ Determinar las variables: productividad, consumo energético y rendimiento a partir de la nueva variante de fabricación.
- ✓ Disminuir la longitud del elemento mecánico denominado pasador del péndulo para minimizar la flecha originada por el peso del conjunto mecánico (soporte del péndulo-árbol del rodillo-rodillo con inserto) el cual ocasiona desgaste por presión, por fricción y por rodadura en la pista de trituración.
- ✓ Emplear en las superficies de diseño juntas de cartón Bellpamoy para evitar el paso al polvo de bentonita.

BIBLIOGRAFÍAS



Bibliografías

1. Álvarez, E.; Lancestremere, J.; Mareglia, J.; Barr, J., Fundamentos de la trafilación. Tecnología Mecánica II. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería, 20 (2) 69 – 76, 2004.
2. American Bureau of Shipping, Rules for Materials and Welding part 2, p 378, 2005.
3. Andreiev, S., Perov, A., *Trituración, desmenuzamiento y cribado de minerales*. C. Habana. Editorial Pueblo y Educación, 1980.
4. Bäker, M. "An investigation of the chip segmentation process using finite elements" Technische Mechanik, Vol. 23 (1), pp.1-9, 2002.
5. Barret, C., Estructura de los metales. 1 edición. Editorial Aguilar. Madrid, p 838, 1957.
6. Beke, B., Principles of comminution, Maclaren, 1964.
7. Bengton, U., Design requirements materials properties a basic for materials selection. American society for testing. USA: 8 (2) 230 – 250, 1991.
8. Buraya, D., Crystal Structure Analysis. Department of metallurgical and materials engineering. Materials science and engineering. 4 (3) 12 – 20, 2001. Disponible en la World Wide Web. <http://euclid.ii.metu.edu.tr/~mete222/index.htm>.
9. Burgos Solas, J. Tecnología de soldadura. Ed. Pueblo y Educación. 1987.
10. Cabrera J.; Alomar, A.; Jonas, J.; Prado, J., Modeling the flow behavior of a medium carbon microalloyed steel under working conditions, Metall and Mater Trans. A. 28 (5) 2233 – 2244, 1997.
11. Callister, W., Ciencia e Ingeniería de los Materiales, 1999.
12. Cary, H., Modern Welding Technology, 4th ed. Prentice Hall. Ohio. USA. pp. 107-204, 1998.
13. Casillas, A., Manual de Cálculos de Taller, 1987.
14. Chattopadhyay, P.; Manna, I.; Talapatra, S.; Pabi, S.; A Mathematical Analysis of Milling Mechanics in Planetary Ball Mill, 2001.



15. Coello, A., Consideraciones sobre la molienda de los minerales lateríticos. *Minería y Geología*. 10 (1): 53-56, 1993.
16. Coello, F.; Tijonov, A., Análisis del consumo de equipos para la molienda de arcillas, 2001.
17. Coromant Korokey. Guía de aplicación de herramientas. P 38-43. 1996.
18. Craig, R., *Mecánica de Materiales*, 2002.
19. Datsko, J., *Material Properties and Manufacturing Processes*. New York (EE.UU): John Wiley and Sons, 1991.
20. Easterling K. *Introducción a la física metalúrgica de la soldadura*. Heinemann, pp. 18-19. 1992.
21. Fernández, T., *Cálculo de los regímenes de corte en operaciones de maquinado*, 2007.
22. Feschenkov, V., *El torneado*. Editorial Mir. Moscú. Pág 152-163. 1989.
23. Flores, V., *Refinamiento de Tamaño de Partículas Metálicas por Molienda en Húmedo*, 2004.
24. Fosca, C., *Introducción a la metalurgia de la soldadura*, Lima PUCP, cuarta edición, 2003.
25. Guliaev, A. *Metalografía*. Tomo II. Moscú. Editorial MIR. p 17 – 22, 1983.
26. Ginjaume, A.; Torre, F. "Ejecución de procesos de mecanizado, conformado y montaje" Cengage Learning Editores, 2005
27. Groover, M. "Fundamentos de manufactura moderna, materiales, procesos y sistemas" Editorial Prentice Hall, 1997.
28. Jennifer, A.; Armas, H.; Ciaccia, M., Comportamiento elastoplástico en tracción de láminas de acero ASTM A – 569. *Revista Ingeniería UC*. 14 (1) 57 – 63, 2007.
29. John, E., "Handbook of comparative world steel standards". ASTM, p 669, 2004.
30. Kalpakjian, S.; Schmid, S. "Manufactura, ingeniería y tecnología" Pearson Educación. ISBN: 970-26-0137-1 Versión en español de la obra



- Manufacturing Engineering and Technology, Fourth Edition", 2002.
31. Koch, C; Hershberger, R., ASM Handbook "Powder Metal Technologies and publications", Milling of Brittle and Ductile Materials, volume 7, pp. 53-63, editorial Advisory Board, 1998.
 32. Kuroda, M.; Tvergaard, V., Forming limit diagrams for anisotropic metal sheets with different yield criteria. Int. J. Solids Structures. 37 (45) 5037 – 5059, 2000.
 33. Martínez, V. "Comportamiento mecánico de las juntas tipo T-bolt en materiales compuestos gruesos" Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, 2003.
 34. Meyer, H. J. Grietas Laminares en Construcciones Soldadas. II Conf. On Significance of Defect in Welds, Welding Inst. London. 1968.
 35. Micheletti, G. Tecnología mecánica. Mecanizado por arranque de virutas. Editorial Blume, 1986.
 36. Niebles, E., Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores: una Propuesta de Enseñanza y Guía de Aplicación para la Industria, 2005.
 37. Oxley, P. "Mechanics of machining—an analytical approach to assessing machinability" Ellis Horwood Limited, London, 1989.
 38. Ramírez, R., "Efecto del tamaño de bola en la molienda y aleado mecánico", 2005.
 39. Randall, M., "Powder metallurgy Science", Capítulo III, pp. 84-87, 2 ed. Editorial MPIF, 1994.
 40. Rodríguez P, H. Metalurgia de la soldadura. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 612 p, 1983.
 41. Sahoo, F.; Roy, H.; Análisis de las variables que interviene en el proceso de molienda de minerales, 2008.
 42. Surian, M.; Ramini, R.; Vedia, L., Influence of Molibdenum of Ferritic High-Strength SMAW All-Weld-Metal Properties, Welding Journal, Supplement Research, 84, 53s-62s, 2005.



43. Schijve, J., Fatigue of structures and materials. Editorial Kluwer, Academic Publishers Dordrecht, pp 160 – 17, 2004.
44. Taylor, L. G. Aspectos Metalúrgicos de las propiedades mecánicas de metales soldados. Weld and Metal const. Nro 5. 1975.
45. Trent, E. Wright, P. "Metal Cutting" Butterworth-Heinemann, 225 Wildwood Avenue, Woburn, 2000.
46. Quiza, R. "Optimización multi-objetivos del proceso de torneado" Tesis doctoral. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Facultad de Ingenierías Química y Mecánica. Departamento de Ingeniería Mecánica. 2004.

ANEXOS



ANEXO 1

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-01	DENOMINACION: Soporte del péndulo			Material: AISI 1020	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: □115 x 160		MASA: 17,44 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: □115 x 160 mm Supervisor: VII - 0,02			Sierra de disco segmentado Ø710	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,28						
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	Instalar en plato de 4 Mordazas, centrar, Refrentar ambas caras a dar largo 152 mm. Trazar líneas de ejes al semiproducto. Instalar en plato de 4 mordazas, haciendo coincidir centro de muelas previamente trazadas con líneas de ejes.			PSSNR-15 QM-4025 Broca helic. HSS Ø7; Ø25; Ø50	125 200	0,04 0,02
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,2						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: --	Taladrar Ø7 mm pasante. Retaladrar y mandrinar Ø55 +0,03 x 65 mm. Mandrinar Ø84 x 5 mm.			S25T-PDUNR-11 PF 4025	200 125 630	M
CAT. SAL.: --						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO:	Inclinar 39°48'. Elaborar cono interior a mantener Ø84 / Ø84 x 5 mm tal como se muestra en el presente plano. Supervisor: X - 0,27			PTGNR-22 QM-4025 Tela abrasiva grano 240		
CAT. SAL.: --						
TPC: --						
T. EFECTIVO: 2,1						
G. HOMOGÉNEO:	Instalar en mesa de la maquina con la ayuda de mordaza, calzar nivelar, alinear. Fresa en ambos laterales a mantener ancho 84 mm. Supervisor: X - 0,18			Fresa frontal R390 Ø125 Z = 8 GC SM20	125 200	65 125
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:	Instalar en mesa de la máquina, sujetar con bridas. Taladrar los agujeros antes mencionados. Supervisor: XI - 0.12			Broca Helic. HSS Ø25 Ø32	125 80	M
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,25						
T. EFECTIVO: 0,72						
G. HOMOGÉNEO:	Mecanizar las dimensiones prescritas en el plano de diseño. Supervisor: X - 0.42			Fresa frontal de vástago HSS Ø63 Z8	125 200	M
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 53
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 2

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-02	DENOMINACION: Arandela Ø 24			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Ø 50 ; L = 10		MASA: 0,23 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8A240	Tronzar semiproducto: Ø 50 ; L = 10 Supervisor: VII - 0,01			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,23						
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	Instalar en plato universal, centrar, refrentar al mínimo. Taladrar y mandrinar Ø24 pasante. Cilindrar Ø48 hasta próximo al plato. Elaborar biseles de 1x45°. <u>Invertir</u>			PSSNR-11 GC-4025 Broca HSS Ø25 Ø45 PTG NR 2525M15 SNMG150608 GC 4025	250 200 250 125 250 200	0,3 0,5 M M 0,5 0,2
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: --	Instalar en plato universal. Centrar. Refrentar a dar longitud total 6. Cilindrar Ø48 a empalmar. Elaborar biseles de 1x45°. Supervisor: X - 0,03			PSSNR-11 GC-4025 PTG NR 2525M15 SNMG150608 GC 4025	250 200 250 200	0,3 0,5 0,2 0,5
CAT. SAL.: --						
TPC: --						
T. EFECTIVO: 0,3						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,02 Ayudante: II - 0,034 Gruero: IV - 0,05					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 3

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM		
No. De Plano: 707042-03	DENOMINACION: Núcleo	Material: AISI 1120	Hoja: 1	No. Hojas: 1		
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø100 ; L = 90		MASA: 6,04 kg		
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:	N	S		
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø100 ; L = 90	Sierra de disco de diente segmentado Ø710	--	--		
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII - 0,01					
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO:0,07						
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	Instalar en plato de sujeción de 3 garras. Centrar de cara y diámetro. Refrentar al mínimo. Taladrar y mandrinar orificio pasante Ø81. Elaborar bisel de 1 x 45°. Cilindrar Ø95 x 5 de longitud. Elaborar biseles de: 1x 45°. <u>Invertir</u>	PSSNR 2525 M15 GC 4025 Broca helicoidal HSS Ø30Ø50Ø65 S32U-PDUNR-11 GC 4025	100 63 50 80 100	0,3 M M M 0,4 0,2		
CAT. SAL.: VII	Refrentar a dar longitud total 84. Mandrinar Ø86 x 36 de profundidad. Elaborar bisel de 1 x 45°. Cilindrar Ø95 x 5 de longitud. Elaborar biseles de: 1x 45°. Supervisor: X = 0,07					
TPC: --						
T. EFECTIVO:0,4						
G. HOMOGÉNEO: CAT. SAL.: VIII	Enmascarar con carbonato de calcio (Cal). Manteniendo distancia de 44 mm desde el extremo de la cara frontal de la pieza, trazar y marcar con testigos un orificio de Ø10,25. Supervisor: XI = 0,01	Dispositivo e instrumentos de trazado	---	---		
TPC: 0,1	Instalar en mordaza, alinear, nivelar y taladrar orificio pasante Ø10,25. Tallar rosca M12 x 1,75 S/P. Supervisor: XI = 0,02	Broca helicoidal HSS Ø10,25 Macho de roscar HSS M12 x 1,75 - 7H	240 M	M		
T. EFECTIVO:0,18						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:	Afilador: VII – 0,03					
TPC:	Ayudante: II – 0,08					
T. EFECTIVO:	Gruero: IV – 0,12					
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 4

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-04	DENOMINACION: Arandela Ø50			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Ø 110 ; L = 15		MASA: 1,72 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø 110 L = 48 Supervisor: VII - 0,0084			Sierra de disco segmentado Ø710	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,23						
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	Instalar en plato universal, centrar, refrentar al mínimo. Taladrar y mandrinar Ø52 pasante. Cilindrar Ø80 hasta próximo al plato. Elaborar biseles de 1 x 45°. <u>Invertir</u>			PSSNR-11 GC- 4025 Broca HSS Ø25, Ø45 PTG NR 2525M15 GC 4025	250 200 250 125 250 200	0,3 0,5 M M 0,5 0,2
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: 0,2						
G. HOMOGÉNEO: --	Instalar en plato universal. Centrar. Refrentar a dar longitud total 10. Cilindrar Ø80 a empalmar. Elaborar biseles de 1x45°. Supervisor: X – 0,03			PSSNR-11 GC-4025 PTG NR 2525M15 SNMG150608 GC 4025	250 200 250 200	0,3 0,5 0,2 0,5
CAT. SAL.: --						
TPC: --						
T. EFECTIVO: 0,1						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,02 Ayudante: II – 0,034 Gruero: IV - 0,05					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 5

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-05	DENOMINACION: Cojinete de la manga inferior			Material: Bronce	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Ø 100 ; L = 190		MASA: 14,03 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø 100; L = 190 Supervisor: VII - 0,011			Sierra de disco segmentado Ø710	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,13						
G. HOMOGÉNEO: 1M63	En plato universal, centrar, refrentar a limpiar, taladrar y mandrinar Ø80 ^{+0,15} x 170, pulir ^{+0,03} con esmeril, biselar. Hacer dos ranuras interiores ancho 5mm garantizando 10mm del borde y 145mm. Colocar punto de campana.			PSSNR-11 GC-4025 Broca HSS Ø25 Ø50 Ø70 S25U-PDNR-11 GC-4025	128 160 202 79,7 40,8 160 40,8	0,3 0,5 M M M 0,2 M
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,15						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: --	Cilindrar Ø90 ^{+0,045} x 170, biselar ^{+0,023} exterior.			PSSNR-11 GC-4025 PTG NR 2525M15 GC 4025	250 200 250 200	0,3 0,5 0,2 0,5
CAT. SAL.: --						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: --	Nota: El diámetro exterior se ajustará de acuerdo a la nota No2 del plano. Supervisor XI = 0,40					
CAT. SAL.: --						
TPC: --						
T. EFECTIVO: 4,25						
G. HOMOGÉNEO: 7D420	Instalar en plato por material sobrante, centrar, mortajar dos cuñeros ancho 4 mm s/plano. Supervisor XI = 0,17			Cuchilla para mortajar HSS	40 64	0,2
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,4						
T. EFECTIVO: 1,7						
G. HOMOGÉNEO: 1M63	Instalar en plato 4M por material sobrante. Colocar punto de campana, centrar con caratula, pretronzar garantizando largo total 160, biselar y tronzar. Nota: El bisel interior de la parte tronzada se hará con lima. Supervisor XI = 0,054			S25U-PDNR-11 GC-4025	40,8	M
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,25						
T. EFECTIVO: 0,35						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,15 Ayudante: II - 0,364 Gruero: IV - 0,55					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 6

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM		
No. De Plano: 707042-06	DENOMINACION: Cojinete de la manga superior	Material: Bronce	Hoja: 1	No. Hojas: 1		
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø 100 ; L = 220		MASA: 15,76 kg		
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:		N	S	
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø 100; L = 220 Supervisor: VII - 0,011	Sierra de disco segmentado Ø710		--	--	
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,13						
G. HOMOGÉNEO: 1M63	En plato universal, centrar, refrentar a limpiar, taladrar y mandrinar Ø78 ^{+0,15} x 200, pulir ^{+0,03} con esmeril, biselar Hacer dos ranuras interiores ancho 5mm garantizando 10mm del borde y 175mm. Colocar punto de campana.	PSSNR-11 GC-4025 Broca HSS Ø25 Ø50 Ø70 S25U-PDNR-11 GC-4025		128 160 202 79,7 40,8 160 40,8	0,3 0,5 M M M 0,2 M	
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,15						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: --	Cilindrar Ø90 ^{+0,045} x 200, biselar ^{+0,023} exterior. Supervisor XI = 0,45	PSSNR-11 GC-4025 PTG NR 2525M15 GC 4025		250 200 250 200	0,3 0,5 0,2 0,5	
CAT. SAL.: --						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: --	Nota: El diámetro exterior se ajustará de acuerdo a la nota No2 del plano. Supervisor XI = 0,45					
CAT. SAL.: --						
TPC: --						
T. EFECTIVO: 4,8						
G. HOMOGÉNEO: 7D420	Instalar en plato por material sobrante, centrar, mortajar dos cuñeros ancho 4 mm s/plano. Supervisor XI = 0,18	Cuchilla para mortajar HSS		40 64	0,2	
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,4						
T. EFECTIVO: 1,85						
G. HOMOGÉNEO: 1M63	Instalar en plato 4M por material sobrante. Colocar punto de campana, centrar con caratula, pretronzar garantizando largo total 160, biselar y tronzar. Nota: El bisel interior de la parte tronzada se hará con lima. Supervisor XI = 0,054	S25U-PDNR-11 GC-4025		40,8	M	
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,25						
T. EFECTIVO: 0,35						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,17 Ayudante: II – 0,4 Gruero: IV – 0,56					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 7

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-07	DENOMINACION: Cojinete del péndulo			Material: Bronce	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Ø160 ; L = 163		MASA: 30,25 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø 100; L = 220 Supervisor: VII - 0,02			Sierra de disco segmentado Ø710	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,20						
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	Instalando en plato universal, centrando e invirtiendo, mecanizar hasta lograr las dimensiones prescritas en el plano de diseño. Supervisor: X - 0,28			PSSNR-11GC-4025 Broca HSS Ø25; Ø5 S25U-PDNR-11 GC-4025 N151-400-4E-11GC-230	250 315 250 160 315 80	0,3 0,5 M M 0,2 M
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 3,65						
G. HOMOGÉNEO: --	Afilador: VII - 0,08 Ayudante: II - 0,20 Gruero: IV - 0,30					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 8

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM	
No. De Plano: 707042-08	DENOMINACION: Tornillo de los soportes	Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1	
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: S 46 ; L = 263		MASA: 3,90 kg	
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:	N	S	
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: S 46 ; L = 263	Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--	
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII - 0,01				
TPC: 0,02					
T. EFECTIVO: 0,11					
G. HOMOGÉNEO: 16K20	En plato universal, centrar, refrentar a limpiar, hacer centro, cilindrar Ø32x240.	PSSNR-11 GC-4025 Broca de centrar HSS Ø3,15 φ60° PTGMR-19 GC-4025	400 315 400 315	0,3 0,5 M 0,3 0,5	
CAT. SAL.: VII	Invertir: centrar, refrentar a dar largo total 258, biselar. Supervisor X = 0,04				
TPC: --					
T. EFECTIVO: 0,12					
G. HOMOGÉNEO: T. T	Dar termomejorado HRC 28...36	--	--	----	
CAT. SAL.: --					
TPC: --					
T. EFECTIVO: --					
G. HOMOGÉNEO: 16K20	Entre plato y punto, cilindrar Ø30 x 240, biselar y hacer rosca M30 X 2 largo 72mm.	PTGMR-19 GC-4025 Cuchilla de roscar P20 φ60°	250 80	0,3 0,5 2	
CAT. SAL.: VII	Supervisor X = 0,034				
TPC: 0,05					
T. EFECTIVO: 0,20					
G. HOMOGÉNEO: 3A423	De forma manual esmerilar las superficies de la cabeza hexagonal sin afectar dimensión 46, en materia de facilitar el proceso tecnológico de electrodeposición (cincado).	Muela abrasiva Electrocorindón Puro blanco	40	0,01	
CAT. SAL.: VII	Supervisor: X – 0,01				
TPC: 0,10					
T. EFECTIVO: 0,03					
G. HOMOGÉNEO:	Dar cincado.				
CAT. SAL.:	Afilador: VII – 0,02				
TPC:	Ayudante: II – 0,05				
T. EFECTIVO:	Gruero: IV – 0,08				
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12
Tecnología No: 538					
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.					

ANEXO 9

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM			
No. De Plano: 707042-09		DENOMINACION: Tuerca de los soportes		Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1	
Orden de Trabajo E35-0001				SEMPRODUCTO: S 46 ; L = 36		MASA: 0,63 kg	
Fecha: 5/6/12		OPERACIÓN TECNOLÓGICA		HERRAMIENTAS:		N	S
G. HOMOGÉNEO: 8 A 240		Supervisor: VII - 0,01		Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--	
CAT. SAL.: IV							
TPC: 0,03							
T. EFECTIVO: 0,11							
G. HOMOGÉNEO: 16K20		Supervisor X = 0,032		PSSNR-11 GC-4025 Broca HSS Ø25 N151-400-4E-11 GC-4025 Cuchilla de roscar interior	400 315 250 80	0,3 0,5 M	
CAT. SAL.: VII							
TPC: 0,05							
T. EFECTIVO: 0,38							
G. HOMOGÉNEO: 3A423		Supervisor: X – 0,01		Muela abrasiva Electrocorindón Puro blanco	40	0,01	
CAT. SAL.: VII							
TPC: 0,1							
T. EFECTIVO: 0,03							
G. HOMOGÉNEO: Galvanotecnia							
CAT. SAL.: --							
TPC: --							
T. EFECTIVO: --							
G. HOMOGÉNEO:		Afilador: VII – 0,01 Ayudante: II – 0,03 Gruero: IV – 0,05					
CAT. SAL.:							
TPC:							
T. EFECTIVO:							
G. HOMOGÉNEO:							
CAT. SAL.:							
TPC:							
T. EFECTIVO:							
G. HOMOGÉNEO:							
CAT. SAL.:							
TPC:							
T. EFECTIVO:							
Elaboro: Doralis		Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.							



ANEXO 10

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-10	DENOMINACION: Soporte de la Araña			Material: AISI 4340	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Ø500; L = 685		MASA: 1074,32 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8 A 68 3	Tronzar semiproducto: Ø500; L = 685 Supervisor: VII - 0,34			Sierra de disco segmentado Ø1430	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,6						
T. EFECTIVO: 5,0						
G. HOMOGÉNEO: 2620B	Instalar en mesa, alinear, nivelar y sujetar con bridas. Refrentar cara a limpiar, así como taladrar agujero Ø55 hasta la longitud de trabajo de la broca. Girar la mesa 180°. corregir la alineación, nivelado y centrado. Taladrar agujero pasante Ø55. Supervisor: XI - 1,31			Fresa frontal R260.7 Ø315 ; Z= 12 GC 4025 Broca helic. HSS Ø25 Ø30 Ø55	25 16	1,1 4,4
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,6						
T. EFECTIVO: 14						
G. HOMOGÉNEO: 1516	Instalar en plato de sujeción de 4 garras. Centrar. Refrentar a dar longitud total 672 mm. Supervisor: XI - 1,1			SNMG 270608 GC 4025 PSSNR 3232 P27	22	0,61 0,2
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,4						
T. EFECTIVO: 11,6						
G. HOMOGÉNEO: 165	Instalar entre plato y punto campana. Centrar. Cilindrar Ø450 hasta próximo al plato. Cilindrar Ø320 x 646 de longitud. Cilindrar Ø290 x 560 de longitud. Supervisor: XI - 2,19			PTG NR 3232 P15 TNMG 150608 GC 4025	22	0,61 0,2
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,3						
T. EFECTIVO: 24						
G. HOMOGÉNEO: 1M63HΦ1-3	Instalar entre plato y punto. Centrar. Mecanizar las dimensiones prescritas en el plano de diseño.			PTG NR 3232 P15 TNMG 150608 GC 4025	25	0,61 0,2
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,25						
T. EFECTIVO: 59,75						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 2,32 Ayudante: II - 5,81 Gruero: IV - 8,54					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 11

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM		
No. De Plano: 707042-11	DENOMINACION: Tambor	Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1		
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø300; L = 275		MASA: 163,69 kg		
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:	N	S		
G. HOMOGÉNEO: 8 A 68 3	Tronzar semiproducto: Ø300; L = 275	Sierra de disco segmentado Ø1430	--	--		
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII - 0,08					
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: 1,19						
G. HOMOGÉNEO: 1M63	En plato universal, centrar, refrentar a limpiar, taladrar Ø50 al largo de la broca. Cindrar Ø250 hasta próximo al plato, hacer biseles. Invertir: centrar, refrentar a dar largo total 265.	PSSNR-19 GC-4025 Broca HSS Ø25 Ø50 S25U-PDNR-11 GC-4025	102 128 79,9 69,7 128	0,3 0,5 M M 0,2		
CAT. SAL.: VIII	Invertir: centrar, refrentar a dar largo total 265. Mandrinar Ø60 dejando 0,4mm de sobre medida para rectificado.					
TPC: 0,10						
T. EFECTIVO: 4,5						
G. HOMOGÉNEO: -	Hacer vaciado interior garantizando Ø72 y 90 mm del borde así como largo 85. Colocar punto y hacer vaciado exterior garantizando Ø180 y 12mm del borde					
CAT. SAL.: -						
TPC: -						
T. EFECTIVO: 6,35	Supervisor: XI = 0,98					
G. HOMOGÉNEO: 7D420	Instalar en plato, centrar, mortajar cuñero ancho 18 +/- 0,021 (tener en cuenta sobre medida para rectificado).	Cuchilla para mortajar HSS	40 64	0,2		
CAT. SAL.: VII	Supervisor: XI = 0,42					
TPC: 0,3						
T. EFECTIVO: 5,0						
G. HOMOGÉNEO: 2M55	Taladrar 2 agujeros Ø 10,25, hacer caja Ø21 x 13 y pasar macho M12 x 1,75	Broca HSS Ø 10,25 Macho roscar M 12 x 1,75	315 M	0,2 M		
CAT. SAL.: VII	Supervisor: XI = 0,10					
TPC: 0,15						
T. EFECTIVO: 0,60						
G. HOMOGÉNEO: 3K229B	En plato de 4M, centrar, rectificar Ø60 + 0,03 Supervisor: X = 0,32 Afilador: VII - 0,46 Ayudante: II - 1,15 Gruero: IV - 1,69	Muela abrasiva de corindón puro blanco 40 x 20 x 16	40	0,04 0,02		
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,40						
T. EFECTIVO: 3,75						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 12

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM		
No. De Plano: 707042-12	DENOMINACION: Chaveta del péndulo	Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1		
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: S 32 ; L = 116		MASA: 0,82 kg		
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:	N	S		
G. HOMOGÉNEO: 8 A 240	Tronzar semiproducto: S 32 ; L = 116	Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--		
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII - 0,01					
TPC: 0,03						
T. EFECTIVO: 0,04						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	En plato universal, centrar, refrentar ambas caras a dar largo total 112.	PSSNR-11 GC-4025	250 200	0,3 0,5		
CAT. SAL.: VII	Supervisor X = 0,011					
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,10						
G. HOMOGÉNEO: 6P12B	En mordaza, fresar contorno compartiendo medidas garantizando 16 y 17mm. Inclinando cabezal a 45 ° fresar extremos garantizando largo 86 y 3mm	Fresa de vástago HSS Ø20	250	63 M		
CAT. SAL.: VII	Supervisor X = 0,072					
TPC: 0,3						
T. EFECTIVO: 0,6						
G. HOMOGÉNEO: 3D722	En mesa magnética rectificar por cara que tiene ancho 17 compartiendo medidas garantizando 15,5 + 0,061+ 0,018.	Muela abrasiva de electrocorindón puro blanco	10 15	0,025		
CAT. SAL.: VII	Supervisor X = 0,022					
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: 0,2						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,03					
CAT. SAL.:	Ayudante: II - 0,07					
TPC:	Gruero: IV - 0,11					
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 13

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-13	DENOMINACION: Pasador del péndulo			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Ø60 ; L= 355		MASA: 8, 06 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8 G661	Tronzar semiproducto: Ø60 ; L= 355 Supervisor: VII - 0,011			Sierra de disco segmentado Ø710	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,14						
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	En plato universal, centrar, refrentar ambas caras a dar largo total 345, hacer centros tipo A Ø4 en ambos extremos. Entre plato y punto desbastar toda la superficie dejando 2mm de sobre medida para acabado.			PSSNR -19 GC-4025 Broca de centrar HSS Ø4,0 φ60°	160 200 200	0,3 0,5 M
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,10						
T. EFECTIVO: 0,35						
G. HOMOGÉNEO:-	Entre puntos con perro, centrar. Cilindrar Ø55,5 x 225 de longitud. Cilindrar Ø45,5 x 60 de longitud en ambos extremos y elaborar biseles de 1,25 x 45° y 2 x 45° S/P. Supervisor: X = 0,09			PTG NR-27 GC-4025 PTG NR-27 GC-4025	250 315 200	0,3 0,5 0,3
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,3						
T. EFECTIVO: 0,85						
G. HOMOGÉNEO: 3M152	Entre puntos con perro, rectificar Ø55 ^{+0,051} x 225 de longitud. Rectificar Ø45 ^{-0,025} x 60 de longitud en ambos extremos invirtiendo la pieza. Supervisor: X = 0,05			Muela abrasiva de electro corindón blanco 600 x 40 x 305	10 25	0,025
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: 0,2						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,04 Ayudante: II – 0,11 Guero: IV – 0,16					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 14

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM		
No. De Plano: 707042-14	DENOMINACION: Árbol del rodillo	Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1		
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø 80 ; L = 730		MASA: 29,12 kg		
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:		N	S	
G. HOMOGÉNEO: 8 G661	Tronzar semiproducto: Ø 80 x 730	Sierra de disco segmentado Ø710		—	—	
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII - 0,04					
TPC: 0,2						
T. EFECTIVO: 0,2						
G. HOMOGÉNEO: 2E656P	Refrentar ambas caras garantizando longitud total 730. Elaborar agujeros para centraje tipo A Ø6,3 según <u>Detalle A(1:1)</u> . En uno de los extremos retaladrar Ø6,75 x 30 de profundidad y tallar rosca M8 x 25 de profundidad. Supervisor: XI - 0,3	Fresa frontal R390 GC 4025 Ø125 Z= 8 Broca para centrar HSS φ60° ; Ø 6,3 Broca helic. HSS Ø6,75 Macho de roscar HSS M8 x 1,25 - 7H		100 125 200 200 112	0,63 0,63 0,08 1,25	
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,4						
T. EFECTIVO: 0,5						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	Instalar entre plato y punto. Centrar, desbastar toda la superficie dejando 3 mm para acabado. Entre puntos, cilindrar de acabado dejando 0,6 mm de sobre medida para rectificado.	PTG NR- 22 TNMG 220408 GC 4025		160	0,4 0,2	
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,25						
T. EFECTIVO: -						
G. HOMOGÉNEO: -	Entre puntos, cilindrar de acabado dejando 0,6 mm de sobre medida para rectificado en acabados precisos y elaborar biseles invirtiendo la pieza. Supervisor: X - 0,4					
CAT. SAL.: -						
TPC: -						
T. EFECTIVO: 0,5						
G. HOMOGÉNEO: Trazo	Trazar líneas de ejes. Trazar y marcar con testigos el perfil de los asientos para chavetas según secciones A-A y B-B. Supervisor: XI - 0,04	Dispositivos e instrumentos de trazado		---	---	
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,10						
T. EFECTIVO: 0,35						
G. HOMOGÉNEO: 2M55	Taladrar orificios que faciliten el mecanizado de los asientos para chavetas. Supervisor: XI - 0,03	Broca helic. HSS Ø12 Ø18		200 160	M	
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,2						
T. EFECTIVO: 0,2						
G. HOMOGÉNEO: 6G610	Instalar en mesa, emplear prismas de apoyo, alinear, nivelar y sujetar con bridas. Fresar asientos para chavetas según Secciones A - A y B - B (tener en cuenta sobremedida para rectificado) Supervisor: X - 0,47	Fresa de vástago HSS Ø12 Ø18		250	63	
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,4						
T. EFECTIVO: 5,5						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 15

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM	
No. De Plano: 707042-15	DENOMINACION: Árbol principal	Material: AISI 4340	Hoja: 1	No. Hojas: 1	
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø 120 L =1465		MASA: 130,775 kg	
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:	N	S	
G. HOMOGÉNEO: 8 G661	Tronzar semiproducto: Ø 120 L =1465	Sierra de disco segmentado Ø710	--	--	
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII - 0,04				
TPC: 0,2					
T. EFECTIVO: 0,41					
G. HOMOGÉNEO: 2E656P	En mesa con bridas y apoyo, alinear, nivelar y centrar. Refrentar ambas caras garantizando longitud total 1455. Elaborar centros tipo A Ø6,3 .Trazar y taladrar 2 agujeros Ø10,25 x 30 y pasar macho M1 S/Vista D-D.	Fresa frontal R390 GC 4025 Ø125 Z= 8 Broca para centrar HSS φ60° ; Ø 6,3 Broca HSS Ø110,25	100 125 200 160	0,63 0,63 0,63	
CAT. SAL.: VII	Supervisor: XI - 0,32				
TPC: 0,4					
T. EFECTIVO: 2,5					
G. HOMOGÉNEO: 1M63	Instalar entre plato y punto. Centrar, desbastar toda la superficie dejando 3 mm para acabado y mecanizar las dimensiones prescritas en el plano de diseño. Supervisor: XI – 1,61	Macho M12X1, 75 PTG NR-27 GC-4025	M 40,8 69,7	M 0,3 0,5	
CAT. SAL.:VII					
TPC:0,4					
T. EFECTIVO:17,5					
G. HOMOGÉNEO: 6G610	Fresar los asientos para chavetas según secciones A-A y B-B.	Fresa de vástago HSS Ø9 Ø16	250	63	
CAT. SAL.:VII	Supervisor: X – 0,47				
TPC: 0,4					
T. EFECTIVO:5,5					
G. HOMOGÉNEO:	Enmascarar con carbonato de calcio. Trazar orificios según plano de diseño.	Dispositivos e instrumentos de trazado	--	--	
CAT. SAL.: VIII	Supervisor: XI – 0,02				
TPC: 0,10					
T. EFECTIVO: 0,10					
G. HOMOGÉNEO:	Taladrar los orificios anteriormente trazados y marcados.	Broca HSS Ø20	250	M	
CAT. SAL.: VIII					
TPC: 0,2					
T. EFECTIVO: 0,1					
G. HOMOGÉNEO:	Instalar entre puntos con perro, rectificar dimensiones según plano.	Muela abrasiva de Electro corindón puro blanco	40	0,02 0,04	
CAT. SAL.: VII	Supervisor: X – 0,32				
TPC: 0,3					
T. EFECTIVO: 4,0					
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12
				Tecnología No:538	
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.					



ANEXO 16

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-16	DENOMINACION: Árbol del tambor alimentador			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Ø 80 ; L = 730		MASA: 29,12 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8 G661	Tronzar semiproducto: Ø 80 ; L = 730 Supervisor: VII - 0,04			Sierra de disco segmentado Ø710	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,2						
T. EFECTIVO: 0,2						
G. HOMOGÉNEO: 2E656P	Refrentar ambas caras garantizando longitud total 730. Elaborar agujeros para centrado tipo A Ø6,3 según <u>Detalle A(1:1)</u> En uno de los extremos retaladrar Ø6,75 x 30 de profundidad y tallar rosca M8 x 25 de profundidad. Supervisor: XI - 0,3			Fresa frontal R390 GC 4025 Ø125 Z= 8 Broca para centrar HSS Ø60° ; Ø 6,3 Broca helic. HSS Ø6,75 ; Macho de roscar HSS M8 x 1,25 - 7H	100 125 200 200 112	0,63 0,63 0,08 1,25
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,4						
T. EFECTIVO: 2,5						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	Instalar entre plato y punto. Centrar, desbastar toda la superficie dejando 3 mm para acabado y mecanizar las dimensiones prescritas en el plano de diseño. Supervisor: XI - 0,4			PTG NR- 22 TNMG 220408 GC 4025	160	0,4 0,2
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,25						
T. EFECTIVO: 5,0						
G. HOMOGÉNEO: Trazo	Enmascarar con carbonato de calcio. Trazar orificios según plano de diseño. Supervisor: XI - 0,04			Dispositivos e instrumentos de trazado	--	--
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: 0,35						
G. HOMOGÉNEO: Trazo	Tallado orificios que faciliten el mecanizado de los asientos para chavetas. Supervisor: XI - 0,03			Broca helic. HSS Ø12 Ø18	200 160	M
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,20						
T. EFECTIVO: 0,20						
G. HOMOGÉNEO: Trazo	Instalar en mesa, emplear prismas de apoyo, alinear, nivelar y sujetar con bridas. Fresar asientos para chavetas según Secciones A - A y B - B (tener en cuenta sobremedida para rectificado) Supervisor: X - 0,47			Fresa de vástago HSS Ø12 Ø18	250	63
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,4						
T. EFECTIVO: 5,5						
G. HOMOGÉNEO: Trazo	Instalar entre puntos con empleo de plato de arrastre, rectificar dimensiones según plano. Supervisor: X - 0,14			Muela abrasiva de Electro corindón puro blanco 600 x 80 x 305	8 10	0,025
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,3						
T. EFECTIVO: 1,58						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 17

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-17	DENOMINACION: Rodillo con inserto			Material: AISI 1035	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Fundido		MASA:
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: Soldadura	Eliminar residuos de óxidos e impurezas en las superficies a unir. Soldar por todo el contorno en ambos extremos, garantizando fusión completa y k = 4 mm. Nota: Evitar las pulsaciones del inserto respecto al rodillo. Supervisor: XI – 0,04			Cepillo de cerdas metálicas. Electrodo E 6013 Ø3,2 I = 125 A CD (+) Gasto de electrodos: 0,12 kg		
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,2						
T. EFECTIVO: 0,3						
G. HOMOGÉNEO: 2E656P	En plato de sujeción de cuatro garras, centrar y mecanizar hasta lograr las dimensiones preescritas en el plano de diseño.			PSSNR-11 GC-4025 S25U-PDNR-11 GC-4025 PTG NR 3225 P15 TNMG 150608 GC 4025	102 79,7 102 25	0,3 0,5 0,2 0,5 0,3
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,2						
T. EFECTIVO: 3,8						
G. HOMOGÉNEO: 7A420	Instalar en mesa, alinear, sujetar con bridas y centrar. Elaborar cuñero B= 15, 9 – 0,043 y H= 6,63 S/P. Supervisor: XI – 0,14			Cuchilla de mortajar HSS B = 15	40	M
CAT. SAL.: VIII						
TPC: 0,2						
T. EFECTIVO: 1,5						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,12 Ayudante: II – 0,31 Guero: IV – 0,46					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 18

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM		
No. De Plano: 707042-18	DENOMINACION: Tuerca de seguridad	Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1		
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø180; L = 40		MASA: 9,58 kg		
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:		N	S	
G. HOMOGÉNEO: 8Г661	Tronzar semiproducto: Ø180 ; L= 40	Sierra de disco de disco segmentado Ø710		--	--	
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII – 0,02					
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: 0,3						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	Instalar en plato universal, centrar, refrentar a limpiar, taladrar y mandrinar orificio pasante Ø105,66. Elaborar bisel de 2,5 x 60° y eliminar borde cortante con bisel de 0,5 x 45°. Tallar rosca M110 x 4 (izquierda).	PSSNR 2525 M15 SNMG 150608 GC 4025 Broca HSS Ø25 Ø45 S25T-PDNR-11		50 100 20 100	0,3 0,5 M M 0,4 0,2	
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: 0,45						
G. HOMOGÉNEO:-	Instalar en plato universal, centrar, refrentar a dar longitud total 18. Elaborar bisel de 2,5 x 60° y bisel de 3 x 45°.	DNMG 110408 GC 4025 Cuchilla de roscar Φ60 °		80	2	
CAT. SAL.: -	Supervisor: X – 0,06					
TPC:-						
T. EFECTIVO: 0,20						
G. HOMOGÉNEO: 6P82W	En cabezal divisor, protegiendo la superficie roscada, fresar 4 ranuras semiabiertas pasantes de ancho 18 x 6,45 mm de profundidad S/P. Cálculo de división normal: X = 10 vueltas completas.	Fresa de vástago HSS Ø14		160	M	
CAT. SAL.: VII	Supervisor: X - 0,04					
TPC: 0,25						
T. EFECTIVO: 0,30						
G. HOMOGÉNEO: Galvanotecnia	Dar cincado según carta tecnológica anexada.	---		--	--	
CAT. SAL.: V						
TPC: ---						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,03					
CAT. SAL.:	Ayudante: II – 0,09					
TPC:	Gruero: IV – 0,13					
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538

Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.



ANEXO 19

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-19	DENOMINACION: Pista de trituración			Material: A128 C	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Fundido		MASA:
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: T. T	Dar austenizado al semiproducto según carta tecnológica de tratamiento térmico anexada al efecto.			Horno	--	--
CAT. SAL.: V						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: 1516	Instalar en plato de 4 garras por Øint. Centrar de cara y diámetro. Mecanizar cono garantizando las siguientes dimensiones: Ø850 - 0,5 ; Ø842, 03; L = 200 y α= 2° S/P con el empleo del dispositivo para esmerilar. Supervisor: XI - 7,65			DNMG 110404 S32 U PDUNR-11 GC 4025 Muela abrasiva de corindón puro blanco	6,3 8	0,5 0,18 M
CAT. SAL.: VII						
TPC: 1,0						
T. EFECTIVO: 84,0						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 1,70 Ayudante: II – 4,25 Gruero: IV – 6,25					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO: 0,20						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO: Galvanotecnia						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 20

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-20	DENOMINACION: Sprocket			Material: FG - 24	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Tarugo Ø260 ; L= 60		MASA: 28,29 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: T. T	Dar recocido al semiproducto según carta tecnológica de tratamiento térmico anexada al efecto.			Horno	--	--
CAT. SAL.: V						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: 8 A 683	Tronzar semiproducto: Ø260 ; L= 60 Supervisor: VII - 0,04			Sierra de disco segmentado Ø1430	---	---
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,10						
T. EFECTIVO: 0,64						
G. HOMOGÉNEO: 1M63	Instalar en plato de sujeción de cuatro garras, centrar y mecanizar hasta lograr las dimensiones prescritas en el plano de diseño. Supervisor: XI - 0,33			PSSNR-15 QM-4025 Broca Ø20 Ø35	79,9 104 67,9	0,3 0,5 M M
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,20						
T. EFECTIVO: 3,5						
G. HOMOGÉNEO: 7D420	Instalar en plato, centrar, mortajar chavetero ancho 12 +- 0,021 manteniendo 45,2 + 0,2. Supervisor: XI - 0,06			Cuchilla para mortajar HSS	40	M
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,30						
T. EFECTIVO: 0,45						
G. HOMOGÉNEO: 5K328A	Instalar en mandril, centrar, tallar 30 dientes paso 25,4 s/plano <u>Guitarra de División</u> A B C D 50 --- --- 75 Supervisor: X - 0,31			Fresa madre para tallar engrane de cadena P 25,4 Dr = 15,87	50 65	1,0
CAT. SAL.: VII						
TPC: 1,0						
T. EFECTIVO: 2,90						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,19 Ayudante: II - 0,45 Gruero: IV - 0,68					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 21

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-21	DENOMINACION: Tornillo M12			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: S 32 ; L= 63		MASA: 0,45 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8A240	Tronzar semiproducto: S 32 ; L= 63 Supervisor: VII – 0,01			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,01						
T. EFECTIVO: 0,04						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	En plato universal, centrar, refrentar a limpiar, hacer centro, cilindr Ø13 x 50. <u>Invertir:</u> centrar, refrentar a dar largo total 58. Supervisor X = 0,021			PSSNR-11 GC-4025 Broca de centrar HSS Ø3,15 φ60° PTG NR-19 GC-4025	400 315 400 315	0,3 0,5 M 0,3 0,5
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,23						
G. HOMOGÉNEO: 6P125	En divisor, centrar, fresar hexágono 17 s/plano. Supervisor: X = 0,037			Fresa de vástago HSS Ø16	250	M
CAT. SAL.: -						
TPC: -						
T. EFECTIVO: 0,20						
G. HOMOGÉNEO: T. T	Dar termomejorado HRC 21...33.			Horno	--	--
CAT. SAL.: V						
TPC: -						
T. EFECTIVO: -						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	Entre plato y punto, cilindr Ø12 x 50, biselar y hacer rosca M12 x 1,75; largo 30 mm. <u>Invertir:</u> centrar, hacer bisel 30 °. Supervisor: X = 0,01			PTG NR-19 GC-4025 Cuchilla de roscar P20 φ60°	250 80	0,4 0,2 1,75
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,23						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,02 Ayudante: II – 0,06 Gruero: IV – 0,09					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elabora: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 22

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM		
No. De Plano: 707042-22	DENOMINACION: Tuerca del árbol del rodillo	Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1		
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø110 ; L = 48		MASA: 4,18 kg		
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:		N	S	
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø110 ; L = 48	Sierra de disco segmentado Ø710		--	--	
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII – 0,01					
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,23						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	En plato universal, centrar, refrentar ambas caras a dar largo total 42, taladrar y mandrinar Ø50, hacer biseles y hacer rosca M52 x 2, cilindrar Ø92 y hacer biseles de 30° s/plano Supervisor: X = 0,07	PSSNR-11 GC-4025 Broca HSS Ø25 Ø45 N151-400-4E-11 GC-4025 Cuchilla de roscar interior		250 200 250 125 80	0,3 0,5 M M 2	
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,10						
T. EFECTIVO: 0,80						
G. HOMOGÉNEO: 6P82W	En divisor protegiendo la rosca, fresar hexágono 80 s/plano.	Fresa frontal Ø63 GC - 4025		200	100	
CAT. SAL.: VII	Supervisor: X = 0,06					
TPC: 0,30						
T. EFECTIVO: 0,50						
G. HOMOGÉNEO: Galvanotecnia	Dar cincado	Cuba		--	--	
CAT. SAL.: V						
TPC: -						
T. EFECTIVO: -						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,04 Ayudante: II - 0,09 Gruero: IV - 0,15					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 23

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-23	DENOMINACION: Chaveta 12 x 8			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: S 32 ; L= 115		MASA: 0,84 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8A240	Tronzar semiproducto: S 32 ; L= 115 Supervisor: VII – 0,01			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,03						
T. EFECTIVO: 0,04						
G. HOMOGÉNEO: 6P125	Instalar en mordaza, alinear, nivelar y contornear con la fresa hasta garantizar las dimensiones prescritas en el plano de diseño. Supervisor: X – 0,10			Fresa frontal R380 Ø50; Z = 4 GC 4025	250	40
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,10						
T. EFECTIVO: 0,80						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,03 Ayudante: II – 0,07 Gruero: IV – 0,10					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elabora: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 24

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-24	DENOMINACION: Chaveta 18 x 11			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: S 32 ; L= 85		MASA: 0,625 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8A240	Tronzar semiproducto: S 32 ; L= 85 Supervisor: VII – 0,01			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,03						
T. EFECTIVO: 0,04						
G. HOMOGÉNEO: 6P125	Instalar en mordaza, alinear, nivelar y contornear con la fresa hasta garantizar las dimensiones prescritas en el plano de diseño. Supervisor: X – 0,08			Fresa frontal R380 Ø50; Z = 4 GC 4025	250	40
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,30						
T. EFECTIVO: 0,68						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,02 Ayudante: II – 0,05 Gruero: IV – 0,08					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elabora: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 25

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-25	DENOMINACION: Tuerca del rodamiento			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: Ø125 ; L= 38		MASA: 4,43 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø125 ; L= 38 Supervisor: VII – 0,02			Sierra de disco segmentado Ø710	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,23						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	En plato universal, centrar, refrentar a limpiar, taladrar y mandrinar Ø84, hacer biseles y rosca M88 x 2. <i>Invertir</i> : centrar, refrentar a dar largo total 30, hacer biseles. Supervisor: X = 0,045			PSSNR-11 GC-4025 Broca HSS Ø25; Ø45 S25U-PDNR-11GC-4025 Cuchilla de roscar Φ60°		
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,55						
G. HOMOGÉNEO: T. T	Dar termo mejorado de HRC 22...32					
CAT. SAL.: V						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO: 6P82W	En divisor protegiendo la rosca, fresar 4 ranuras de ancho 14 x 7 mm de profundidad según plano de diseño. Supervisor: X = 0,04			Fresa de vástago HSS Ø14	160	M
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,25						
T. EFECTIVO: 0,30						
G. HOMOGÉNEO: Galvanotecnia	Dar cincado			Cuba	--	--
CAT. SAL.: V						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,05 Ayudante: II - 0,12 Gruero: IV - 0,18					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 26

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM	
No. De Plano: 707042-26	DENOMINACION: Casquillo del cabezal	Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1	
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø150 ; L = 75		MASA: 11, 51 kg	
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:	N	S	
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø150 ; L = 75	Sierra de disco segmentado Ø710	--	--	
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII – 0,02				
TPC: 0,05					
T. EFECTIVO: 0,38					
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	En plato universal, centrar, refrentar a limpiar, taladrar y mandrinar Ø interior dejando 0,5mm de sobre medida para rectificad. Cilindrar Ø exterior dejando 0,5mm de de sobre medida para rectificado por 48 mm.	PSSNR-11 GC-4025 Broca HSS Ø25 Ø50	250 315 250 160 250	0,3 0,5 M M 0,2	
CAT. SAL.: VII					
TPC: 0,15					
T. EFECTIVO:--					
G. HOMOGÉNEO: T. T	Instalar en plato de 4M por material sobrante, centrar, tronzar a dar largo total 42mm.	S25U-PDNR-11 GC-4025 N151.2-400-4E GC-4025	80	M	
CAT. SAL.: V	Supervisor: X – 0,2				
TPC: --					
T. EFECTIVO:2,45					
G. HOMOGÉNEO: 3Y131	Instalar entre puntos auxiliándose de platillos centrados, rectificar Ø 136 +0,04 + 0,015.	Muela abrasiva de Electrocorindón puro blanco 600 x 80 x 305	10 15	0,04 0,02	
CAT. SAL.: VII	Supervisor: X - 0,04				
TPC: 0,15					
T. EFECTIVO:0,35					
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,07				
CAT. SAL.:	Ayudante: II – 0,18				
TPC:	Gruero: IV – 0,26				
T. EFECTIVO:					
G. HOMOGÉNEO:					
CAT. SAL.:					
TPC:					
T. EFECTIVO:					
G. HOMOGÉNEO:					
CAT. SAL.:					
TPC:					
T. EFECTIVO:					
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12
Tecnología No:538					
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.					



ANEXO 27

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-27	DENOMINACION: Prisionero M12			Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: S 32 ; L= 70		MASA: 0,52 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8A 240	Tronzar semiproducto: S 32 ; L= 70 Supervisor: VII – 0,01			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,03						
T. EFECTIVO: 0,04						
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	Instalar en plato universal. Centrar. Refrentar a limpiar. Cilindrar Ø20 hasta próximo al plato. Cilindrar Ø12,2 x 50 de longitud, garantizando R1,6. Elaborar biseles de 1 x 45°. <u>Invertir</u>			PSSNR 2525 M15 SNMG 150608 PTG NR 2525M22 TNMG 220408	200 315 400	0,3 0,4 0,2
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,15						
T. EFECTIVO: 0,3						
G. HOMOGÉNEO: -	Instalar en plato universal. Centrar. Refrentar a dar longitud total 65. Cilindrar Ø20 a empalmar. Elaborar bisel de 2,5 x 30°. Supervisor: X - 0,05			PSSNR 2525 M15 SNMG 150608 PTG NR 2525M22 TNMG 220408	200 315 400	0,3 0,4 0,2
CAT. SAL.: V						
TPC: --						
T. EFECTIVO: 0,2						
G. HOMOGÉNEO: 6P125	Instalar en cabezal divisor. Centrar. Elaborar hexágono S 17 x 10 de longitud S/P. Supervisor: X – 0,05			Fresa frontal R380 Ø50; Z = 4 GC 4025	250	32
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,15						
T. EFECTIVO: 0,35						
G. HOMOGÉNEO:	Dar dureza HRC 22...32 según carta tecnológica de T. T anexada al efecto.			Horno	--	--
CAT. SAL.: V						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO:	Instalar en plato universal. Centrar. Cilindrar Ø12 x 50 de longitud, garantizando R1,5. Cilindrar Ø9 x 3 de longitud. Elaborar biseles de 1 x 45°. Tallar rosca M12 x 45 de longitud. Paso: 1,75 mm y d ₂ = 10,86 mm Supervisor: X – 0,04			PSSNR 2525 M15 SNMG 150608 PTG NR 2525M22 TNMG 220408 Cuchilla de roscar HSS φ= 60°	200 315 400 160	0,3 0,4 0,2 1,75
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,1						
T. EFECTIVO: 0,43						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII – 0,04 Ayudante: II – 0,10 Guero: IV – 0,14					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elabora: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No: 538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 28

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-28	DENOMINACION: Platillo			Material: A 515	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: - 10; Ø240		MASA: 5,31 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 1M63	Instalar en plato de sujeción de 4 garras. Centrar de cara y diámetro. Taladrar y mandrinar orificio pasante Ø96. Elaborar bisel de 0,5 x 45°. Supervisor: XI - 0,04			Broca helicoidal HSS Ø30; Ø50; Ø65 S32U-PDUNR-11 DNMG110408 GC 4025	102	M
CAT. SAL.: VII					63	M
TPC: 0,10					51	M
T. EFECTIVO: 0,35					79,7	0,4
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,01 Ayudante: II - 0,02 Gruero: IV - 0,03				102	0,2
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 29

	Carta de ruta para maquinado			ISMMM		
No. De Plano: 707042-29	DENOMINACION: Platillo			Material: A 515	Hoja: 1	No. Hojas: 1
Orden de Trabajo E35-0001				SEMIPRODUCTO: - 10; Ø195		MASA: 3,63 kg
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 1M63	Instalar en plato de sujeción de 4 garras. Centrar de cara y diámetro. Taladrar y mandrinar orificio pasante Ø96. Elaborar bisel de 0,5 x 45°. Supervisor: XI - 0,04			Broca helicoidal HSS Ø30; Ø50; Ø65 S32U-PDUNR-11 DNMG110408 GC 4025	102	M
CAT. SAL.: VII					63	M
TPC: 0,10					51	M
T. EFECTIVO: 0,35					79,7	0,4
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,01 Ayudante: II - 0,02 Gruero: IV - 0,03				102	0,2
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC: 0,15						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538
Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.						



ANEXO 30

		Carta de ruta para maquinado		ISMMM		
No. De Plano: 707042-30	DENOMINACION: Tuerca del árbol principal	Material: AISI 1045	Hoja: 1	No. Hojas: 1		
Orden de Trabajo E35-0001		SEMIPRODUCTO: Ø 110 ; L = 48		MASA: 4,18 kg		
Fecha: 5/6/12	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	HERRAMIENTAS:	N	S		
G. HOMOGÉNEO: 8G661	Tronzar semiproducto: Ø 110 ; L = 48	Sierra de disco segmentado Ø710	--	--		
CAT. SAL.: IV	Supervisor: VII – 0,01					
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,23						
G. HOMOGÉNEO: 16R25P	En plato universal ,centrar,refrentar ambas caras a dar largo total 42, taladrar y mandrinar Ø50, hacer biseles y hacer rosca M52 x 2, cilindrar Ø92y hacer biseles de 30° s/plano Supervisor: X= 0,068	PSSNR-11 GC-4025 Broca HSS Ø25 Ø45 N151-400-4E-11 GC-4025 Cuchilla de roscar interior	250 200 250 125 80	0,3 0,5 M M 2		
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,10						
T. EFECTIVO:0,80						
G. HOMOGÉNEO: 6P82W	En divisor protegiendo la rosca, fresar hexágono 80 s/plano.	Fresa frontal Ø63 GC-4025	200	100		
CAT. SAL.: VII	Supervisor: X = 0,06					
TPC: 0,3						
T. EFECTIVO:0,5						
G. HOMOGÉNEO: Galvanotecnia	Dar cincado.	Cuba	--	--		
CAT. SAL.: V						
TPC: --						
T. EFECTIVO: --						
G. HOMOGÉNEO:	Afilador: VII - 0,04 Ayudante: II - 0,01 Gruero: IV - 0,15					
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.:						
TPC:						
T. EFECTIVO:						
Elaboro: Doralis	Firma:	Fecha: 5/6/12	Aprobó: Tomás	Firma:	Fecha: 6/6/12	Tecnología No:538

Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0.02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.



ANEXO 31

ISMMM				Orden de Trabajo 07 – R – 52				Orden de Producción: E35 - 0001			
								Cantidad: 1		No. de Consecutivo	
								Plan: X	Real:		
Solicitada por:	Empresa Minera de Occidente			Fecha inicio	XX/XX/2011			Elaborado por:		Firma:	
Tno de trabajo	Turno "A"			Fecha fin	XX/XX/2011			Aceptada por:		Firma:	
No. Plano: 70	XXX			Ejecutante				UEB Maquinado			
Tip de Fabric	M	X	C	Denominación de la Producción: Molino de anillo - rodillo							
Observación:				Tiempo Planificado				Brigada			
				Operador							
				J' brigada							
				Ayudante							
				Gruero							
				Afilador							
Gastos de Fuerza de Trabajo											
Chapa	Calificación	Tarifa								Total Horas	Importe
2120	Cortador	2,47								50,299	124,2385
2539	Tornero	2,64								668,999	1766,1574
5842	Fresador	2,64								128,650	339,6360
3660	Rectificador	2,64								124,690	329,1816
7903	Mec. Taller	2,64								416,280	1098,9792
4360	Soldador	3,20								222,360	711,5520
2378	Afilador	2,64								32,300	85,2720
4015	Recocido	2,50								10,000	25,0000
1922	Temple	2,50								12,000	30,0000
1045	Revenido	2,50								15,000	37,5000
9025	J' Brigada	2,99								130,390	389,8661
4050	Ayudante	2,36								80,760	190,5936
3140	Gruero	2,47								118,720	293,2384
Total										2010,448	5421,2148 CUP
No. de vales	Códigos	Denominación de los materiales			U/M	Cantidad	Precio	Importe			
XXXXXXXXX	272.3.19.0100	Barra redonda AISI 1020 Ø100			kg	45,30	112,88 CUC	112,88 CUC			
XXXXXXXXX	273.0.45.0065	Barra redonda AISI 1045 Ø65			kg	40,00	71,96 CUC	71,96 CUC			
XXXXXXXXX	273.5.20.1100	Barra redonda AISI 1045 Ø110			kg	54,87	90,41 CUC	90,41 CUC			
XXXXXXXXX	273.0.45.0150	Barra redonda AISI 1045 Ø150			kg	47,50	85,05 CUC	85,05 CUC			
XXXXXXXXX	284.5.33.0101	Barra redonda Bronce SAE 40 Ø100			kg	55,00	751,71 CUC	751,71 CUC			
XXXXXXXXX	272.0.45.0300	Barra redonda AISI 1045 Ø300			kg	50,95	152,58 CUC	152,58 CUC			
XXXXXXXXX	273.3.40.0120	Barra redonda AISI 4340 Ø120			kg	110,00	460,79 CUC	460,79 CUC			
Total								2 415,56 CUC			