

MANDRINADORA PORTÁTIL

MAURICIO RIOS PÉREZ  
JOSÉ FERNANDO SERNA OSPINA  
HOOVER ANDRÉS OROZCO MARÍN

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
TECNOLOGÍAMECÁNICA  
MEDELLÍN  
2013

MANDRINADORA PORTÁTIL

MAURICIO RIOS PÉREZ

JOSÉ FERNANDO SERNA OSPINA

HOOVER ANDRÉS OROZCO MARÍN

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Mecánico

Asesor: Sigfredo González Londoño  
Magister en Administración Educativa de la U. de A.

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE MECÁNICA, TECNOLOGÍA MECÁNICA

MEDELLÍN

2013

## CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	8
1.IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.1DESCRIPCION DEL PROBLEMA	9
1.2FORMULACION DEL PROBLEMA	10
2JUSTIFICACIÓN	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 GENERAL	12
3.2 ESPECÍFICOS	12
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1 ANTECEDENTES	13
4.2 ACEROS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA PESADA	14
4.2.31 Aceros Aleados	14
4.2.2 Aceros Especiales	15
4.2.3 Aceros al Cromo	16
4.2.4 Aceros al Manganeso	17
4.2.5 Aceros al Molibdeno	17
4.2.6 Aceros al Silicio	17
4.2.7 Aceros al Titanio	18
4.3 FUNDICIONES PARA FABRICACIÓN DE MAQUINARIA PESADA	18
4.3.1 Fundiciones Especiales	18
4.3.2 Fundiciones Esferoidales	19

4.4 LA MAQUINARIA PESADA	22
4.4.1 El Bulldozer	22
4.4.2 cargadores del tractor	26
4.5 MANDRINADORA	27
4.6 FUERZA DE CORTE	28
4.7 ELECTRODO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE PIEZAS SOMETIDAS EL DESGASTE	31
4.7.1 West Arco Durowell 350	31
4.7.2 West Hard 30	31
5 METODOLOGÍA	33
5.1 MÉTODO UTILIZADO	33
5.1.1 Descripción y examen escrito	33
5.1.2 descomposición del problema	33
5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	34
5.3.1 fuentes primarias	34
5.3.2 fuentes secundarias	34
5.4 PROCEDIMIENTO	34
6 RESULTADOS DEL PROYECTO	35
6.1 POTENCIA DEL MOTOR	37
6.2 PIÑONES PRINCIPALES	39
6.3 EJE ESTRIADO	40
6.4 EJE PIÑÓN QUE MUEVE A LA CREMALLERA	41
6,5 CREMALLERA	42

6,6 COSTOS DEL PROYECTO	43
6.7 IMPACTO DE LA MANDRINADORA EN LA INDUSTRIA MECÁNICA	44
7. CONCLUSIONES	45
8. RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXO	50

## LISTA DE FIGURAS

	<b>PÁG.</b>
Figura 1 fuerza de corte	29
Figura 2 partes principales de la mandrinadora	36

## RESUMEN

El trabajo de grado presentado, es una alternativa viable para dar solución a los problemas, que se presentan y que comprometen a la industria metalmeccánica, como lo es la reparación de la maquinaria pesada, se comienza con la identificación del problema, se formula la principal dificultad de la industria al hacer dichas reparaciones, se comienza a desarrollar el proyecto para dar una solución adecuada la cual trae unos planteamientos para alcanzar el objetivo y entregar una propuesta a la de industria.

Para encontrar una respuesta al planteamiento, se hizo una investigación teórica de los materiales con que son construidos la mayoría de las piezas de la maquinaria pesada, la composición química, sus elementos principales y que propiedades tendrían, gracias a estos. Después llega la necesidad de identificar las principales partes de la maquinaria pesada, como son su geometría y la forma de trabajar sobre todo en las cuales se han de realizar las operaciones. El tipo de reparación que hace la Mandrinadora cumple con un principio básico de una máquina herramienta desprendedora de viruta, lo cual tiene una base teórica de toda máquina herramienta y es la fuerza, velocidad de corte, que entendiéndose a fondo da como resultado la solución propuesta.

La construcción de la Mandrinadora se da con la combinación de unos mecanismos en las máquinas y herramientas, utilizando una metodología adecuada para lograr el prototipo final, idea que quedara plasmada en planos y cálculos impresos en dicho trabajo.

## INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de grado, representa una ayuda para todo el sector de la industria metalmecánica, en especial al sector dedicado a las reparaciones en maquinarias pesadas.

La maquinariapesada da lugar a grandes retos, que por su tamaño y geometría complicada hacen difícil sus reparaciones, también su traslado y manipulación, que por lo generalmentedan pérdidas inmensas de tiempo y dinero.

Durante el periodo que se dedicó a al estudio de la mecánica industrial sus aplicaciones, avances se tuvo la oportunidad de conocer los diferentes procesos de fabricación de distintos materiales, diseño de elementos de máquinas, sus formas de operar y diseñar muchos de los componentes que conforman una máquina. Por esta razón se tiene la capacidad para resolver uno de los tantos problemas de la industria metalmecánica, como lo es específicamente la reparación de grandes agujeros ubicados en las articulaciones de las retroexcavadoras, los cuales están sometidos a grandes cargas, esfuerzos y desgaste.

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante los años de trabajo, el taller Técnicas la Macarena, ha dedicado principalmente al mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria pesada, se ha venido presentando varios problemas, y es la dificultad de rectificar y alesar las articulaciones de los baldes de la maquinaria pesada, como lo son la retroexcavadoras. El principal inconveniente se da por las piezas tan grandes y con geometría complicada que compromete el correcto funcionamiento de dichas máquinas ya que por el peso que se maneja se hace imposible trabajarlas en la máquinas de la empresa, pero un problema no menos importante se da cuando la maquinaria que se va a trabajar se encuentra a campo abierto, lo cual dificulta el traslado al taller.

El trabajo de la mandrinadora permite reconstruir y rectificar agujeros de piezas de gran tamaño, que al trabajar con esfuerzos de tensión, compresión, aplastamiento y cizallamiento, se van desgastando y perdiendo sus dimensiones originales.

Todo lo anterior sugiere que la máquina mandrinadora, tenga facilidad para transportar con facilidad y seguridad, desde el taller al sitio de reparación, además de que su ensamble en la máquina a reparar sea rápida y sencilla; cumpliendo con los parámetros suficientes que puedan garantizar el trabajo a realizar.

Esta implementación beneficiará principalmente al cliente y por ende al taller ya que los ahorros económicos y en tiempo serán vitales para que dicho proyecto entregue sus frutos como es esperado. Dando prestigio a la empresa

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La implementación de la mandrinadora será una solución a los problemas de tiempo y dinero que se han venido presentando en el taller Técnicas la Macarena, debido a dicha insuficiencia de sus máquinas?

## 2.JUSTIFICACIÓN

Técnicas la macarena lleva trabajando 35 años con maquinaria retroexcavadoras dado a los problemas que se presentan a diario cuando una articulación del brazo mecánico y del balde, se desgasta mayormente por falta de lubricación, mantenimiento y exceso de trabajo generando un paro en la maquina el cual genera pérdidas de tiempo y dinero, que se pierde al desplazar la pieza o la maquina completa hasta el taller, los cuales no siempre tienen la maquinaria adecuada y el personal calificado para realizar el rectificado en piezas de gran dimensión, y de geometría complicada. Se ha hecho necesario construir una Mandrinadora portátil cuyas características ofrezcan la posibilidad de ejecutar las tareas de rectificado de los agujeros de la maquinaria pesada en el sitio de trabajo ahorrándole al dueño y a los operarios tiempos de paro y gastos de dinero. Esta Mandrinadora dará un beneficio al taller de metalmecánica TÉCNICAS LA MACARENA ya que con este se les dará a los clientes un tiempo de respuesta más oportuno

Una de las características que se requiere debe de ser una maquina portátil, la cual se podrá transportar fácilmente, si es necesario hasta donde el cliente lo requiera que sea de fácil adaptación a la maquina a reparar, Se le realizara un instructivo de mantenimiento, de ensamble donde el mecánico realice un trabajo de una manera fácil y correcta

### 3. OBJETIVO

#### 3.1 GENERAL

Construir una Mandrinadora portátil para el taller de metalmecánica TÉCNICAS LA MACARENA la cual realiza trabajos de reconstrucción de partes de retroexcavadoras este realizara la operación de rectificado en agujeros de gran tamaño de las articulaciones de brazo mecánico y del balde dado que estos exigen un buen acabado superficial.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

Investigar de las dificultades que se les presenta a los operarios de máquinas retroexcavadoras cuando se presenta desgaste mayormente en los bujes de la articulación del balde

Realizar bosquejo y planos de las piezas

Calcular dimensiones y materiales

Elegir los materiales con los que se diseñara la maquina mandrinadora, garantizar comodidad en el trabajo a realizar.

Fabricar las piezas según planos

## 4. MARCOTEÓRICO

### 4.1 ANTECEDENTES

El trabajo que realiza la maquinaria pesada, exige un tipo de mantenimiento que ha de ser correctivo, debido a los grandes esfuerzos que se genera al mover toneladas de tierra y piedra el desgaste que sufren las articulaciones de los brazos mecánicos, y el balde es inevitable.

En este tipo de reparaciones es necesario corregir lo que se ha desgastado, volviéndolo a sus dimensiones originales lo que es necesario un buen acabado superficial y precisión

La manera de como tradicionalmente se realizaban estas operaciones, era trabajo de varios días, se desmontaba la parte desgastada de la máquina que por lo general son pesadas, por las que se requieren de grúas para el desmonte y manipulación, luego la logística del transporte desde el lugar de trabajo hasta el taller de reparación los cuales se hacen en camiones de carga pesada muchas veces a varios kilómetros del sitio de trabajo, hace que se gaste mucho tiempo y dinero, luego de que la maquina estuviera en el taller se hace un estudio de cómo está el desgaste, se aplica la soldadura en el agujero malo y se procedía a montar la pieza en un taladro radial lo cual se convertía en una tarea difícil, por el peso de la pieza y donde el operario debía de asegurar bien para garantizar en las medidas finales

En la actualidad la industria se han mejorado los procesos de fabricación de repuestos y el tiempo de respuesta a dar la solución a los diferentes problemas que se presentan a diario, los cuales nos han obligado a mejorar y a innovar en la parte de servicio al cliente dándole una respuesta eficiente ahorrándole costos de transporte y disminuyendo el tiempo de paro de la maquina por este motivo TÉCNICAS LA MACARENA nos da el apoyo en el proyecto de la elaboración y fabricación de la Mandrinadora portátil

Es de gran importancia conocer el tipo de material con que se han construidos las partes de la maquinaria (retroexcavadoras) ya que al momento de la reparación se debe de tener en cuenta el tipo de soldadura a utilizar las cuales nos deben de dar un buen resultado en la reparación.

Por este motivo antes de entrar en materia se debe de conocer el tipo de material con el que está construida las piezas donde serán de gran interés para nosotros las cuales les haremos las futuras reparaciones.

## 4.2 ACEROS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA PESADA

### 4.2.1 Aceros Aleados.

Se da el nombre de aceros aleados a los aceros que además de los cinco elementos: carbono, silicio, manganeso, fósforo y azufre, contienen también cantidades relativamente importantes de otros elementos como el cromo, níquel, molibdeno, etc., que sirven para mejorar alguna de sus características fundamentales. Pueden ser de baja y alta aleación.

**Elementos que aumenta la dureza en los aceros..** Fosforo, níquel, silicio, aluminio, cobre, cobalto, manganeso, cromo, wolframio, molibdeno, vanadio y titanio. Los 7 últimos elementos aumentan la dureza y la conservan a elevadas temperaturas.

Los elementos más habituales y la forma en que modifican las propiedades del acero son:

- Aluminio: se emplea como desoxidante en la fabricación de muchos aceros.
- Cobalto: disminuye la templabilidad. Mejora la dureza en caliente. Se usa en los aceros rápidos para herramientas. Se utiliza para aceros refractarios. Aumenta las propiedades magnéticas de los aceros.
- Cromo: es uno de los más utilizados en la fabricación de aceros aleados. Se usa en aceros de construcción, en los de herramientas y en los inoxidable. Ya que aumenta la dureza y la resistencia a la tracción y la tenacidad de los aceros, mejora la templabilidad, aumenta la resistencia al desgaste, la inoxidable. Se utiliza en revestimientos embellecedores o recubrimientos duros de gran resistencia al desgaste, como émbolos, ejes,...
- Estaño: es el elemento empleado para recubriendo láminas delgadas conformar la hojalata.
- Manganeso: se añade para neutralizar la negativa influencia del azufre y del oxígeno, actúa como desoxidante. De no tener manganeso, los aceros no se podrían laminar ni forjar.
- Molibdeno: aumenta la profundidad de endurecimiento del acero, y su tenacidad, mejorando la resistencia a la corrosión.

- Níquel: produce gran tenacidad, es un elemento de gran importancia en la producción de aceros inoxidable, porque aumenta la resistencia a la corrosión.
- Plomo: favorece la mecanización por arranque de viruta, (torneado, cepillado, taladrado,...) ya que el plomo es un buen lubricante de corte, se añade a los aceros porque mejora la maquinabilidad.
- Silicio: se usa como elemento desoxidante.
- Titanio: se usa para estabilizar y desoxidar el acero.
- Tungsteno o wolframio: mejora muy significativamente la dureza y la resistencia al desgaste, produce aceros rápidos con los que es posible triplicar la velocidad de corte de las herramientas.
- Vanadio: desoxidante, proporcionan al acero una buena resistencia a la fatiga, tracción y poder cortante en los aceros para herramientas.
- Zinc: es elemento empleado para producir acero galvanizado.

**Elementos que influyen en el tamaño del grano.** Titanio, vanadio y aluminio, limitan el crecimiento del grano en la austenita.

**Elementos que influyen en la templabilidad.** La aumentan manganeso, molibdeno y, en menor proporción, cromo, silicio y níquel. La disminuye el cobalto.

**Elementos que influyen en la resistencia a la corrosión.** El cromo favorece la resistencia a la corrosión. El molibdeno y el wolframio, la resistencia a la oxidación.”<sup>1</sup>

**4.2.2 Aceros especiales.** Se entiende por aceros especiales la aleación de hierro carbón a la que se añada otros elementos en las proporciones adecuadas, los aceros especiales pueden contener hasta el 50% de elementos de aleación. Los elementos de aleación que más frecuentemente suelen utilizarse para la fabricación de aceros aleados son: níquel, manganeso, cromo, vanadio, wolframio, molibdeno, cobalto, silicio, cobre, titanio, circonio, plomo, Selenio, aluminio, boro y Niobio. La influencia que ejercen esos elementos es muy variada, y, empleados en proporciones convenientes, se obtienen aceros con ciertas características que, en cambio, no se pueden alcanzar con los aceros ordinarios al carbono. Utilizando aceros especiales es

posible fabricar piezas para: Producir modificaciones estructurales, Originar nuevas estructuras Impedir la deformación de determinada estructura.

**Efectos producidos por los elementos especiales.** En la mayor de los casos, la adición de elementos especiales en determinada proporción provoca los siguientes fenómenos.

“desplazamiento de los puntos críticos

Retardo del principio y fin de las transformaciones

Se resaltan las propiedades del carbón

Modificación de la velocidad crítica del temple

Modificación de las propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas de la aleación base

Presencia en frío de estructuras que en la aleación base solo podrían obtener mediante un tratamiento térmico adecuado”<sup>2</sup>

**4.2.3 Aceros al cromo.** Cuando está en pequeña proporción apenas tiene influencia sobre la temperatura de la transformación, pero cuando alcanza proporciones superiores a 8% sus efectos son:

Elevación del punto crítico Ac<sub>3</sub>

Reducción de la zona e estabilidad de la austenita, Aumenta la templabilidad  
Aumento de la conductividad eléctrica

El cromo actúa sobre las propiedades mecánicas de la aleación, aumentando la dureza, la resistencia al desgaste y a la tracción y propiedades magnéticas, sin menoscabo de su tenacidad y ductilidad.

---

<sup>1</sup> GIL, JUAN C MANUAL DE MECÁNICA INDUSTRIAL

MANUAL DE ACEROS ESPECIALES DE BÜHLER (INTERNET)

<sup>2</sup> IBÍD. P. 43

**4.2.4 Aceros al manganeso.** Aunque todos los aceros contiene manganeso, solo se clasifican y consideran como tales aquellos que lo contienen en cantidad superior al 1%. El manganeso es un buen desoxidante por ser ávido en azufre que flota sobre el baño metálico. Parte del azufre que se transforma, se dispersa en la atmosfera y el restante se elimina en las escorias.

Efectos del manganeso

Produce efectos en la aleación hierro-carbono Dichos elementos tiene gran influencia sobre la aleación Fe-C modificando sus características estructurales, propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas. Disminución de la velocidad critica del templado. Aumento de la templabilidad.

Aumenta la resistencia a la tracción y la resistencia a la fatiga sin disminuir la resiliencia.

**4.2.5 Aceros al molibdeno.** Forma con el carbono carburos compuestos o que permanecen en forma de solución, tiene los siguientes efectos: Aumento de la penetración del temple, Impide la formación de granos grandes, retarda cualquier modificación estructural debido a tratamientos térmicos, Facilita el trabajo en frio y caliente, Aumenta la soldabilidad, aumenta la resistencia a la tracción de los aceros al cromo y al cromo—níquel

**4.2.6 Aceros al silicio.** Procedente de la fundición, aunque su cuantía es muy pequeña. Normalmente se conocen como aceros del silicio con cantidades superiores a 1,5%

Propiedades mecánicas: Con contenido inferior al 5% disminuye rápidamente la resistencia a la tracción, el limite elástico y ligeramente la resistencia a la fatiga

Con contenido superior al 5% disminuye rápidamente la resistencia a la tracción, el límite elástico, el alargamiento y la resiliencia.<sup>3</sup>

---

IBÍD., P.359

**4.2.7 Aceros al Titanio.** Actúa del estabilizador de la austenita impidiendo la corrosión que provoca la separación de los cristales. Se suelen añadir pequeñas cantidades de titanio a algunos aceros muy especiales para desoxidar y afinar el grano. El titanio tiene gran tendencia a formar carburos y a combinarse con el nitrógeno. En los aceros inoxidable cromo-níquel, actúa como estabilizador de los carburos y evita la corrosión ínter cristalina.

El acero inoxidable con titanio es muy común en construcción de elementos soldados, ya que resisten la corrosión sin someterlo a tratamientos térmicos mientras que las soldaduras en acero normal deben ser tratadas.

El titanio en acero inoxidable tiene los siguientes efectos:

Mayor figura en el grano

Endurecimiento y estabilización de la austenita

Aumento de la resistencia a la tracción

Aumento del límite elástico<sup>4</sup>

### **4.3 FUNDICIONES PARA MAQUINARIA PESADA**

**4.3.1 Fundiciones especiales** fundiciones de alta resistencia a la tracción En este grupo se incluyen una gran variedad de fundiciones de composiciones muy diversas y resistencia a la tracción, variables de 25 a 50 kg/mm<sup>2</sup>. A este grupo pertenecen ciertas fundiciones al níquel, fundiciones al cromo, al cromo-níquel, al cobre etc. En estas fundiciones, una de las ventajas más importantes del empleo de los elementos de aleación, es que con ellos se evita la formación de grandes láminas de grafito y se aumenta la resistencia de la matriz.

**Fundiciones al Níquel-Cromo.** Obtenidas en horno eléctrico o crisol, tiene elevada resistencia al roce y poca resistencia al choque. El contenido con cobre proporciona gran resistencia a la corrosión por el agua marina y a la oxidación en caliente. este grupo de aleación es el de más antiguo desarrollo o uso, siendo utilizados por más de 50 años. Tienen una buena relación costo/servicio, y son utilizados en minería. En las fundiciones blancas de matriz martensítica el níquel (elemento principal de esta aleación) con contenidos de 3 al 5 % es el encargado de suprimir la transformación de la matriz austenítica a perlítica, asegurando una estructura dura (martensítica, usualmente con cantidades significativas de austenita retenida).

La inclusión del cromo con contenidos que varían del 1,4 al 4 % es para asegurar que el hierro solidifique en forma de carburo, es decir para contrarrestar el efecto gratificante del níquel

Características Mecánicas.

Resistencia a la tracción: 40 Kg/mm<sup>2</sup>

Alargamiento: 5%

Empleo

Estas fundiciones se emplean en la construcción de: Válvulas para instalaciones de la industria química, Cuerpos de bombas para hidrocarburos y para agua marina, Tubos para oleoductos

**4.3.2 Fundiciones Esferoidales.** La poca resistencia a la tracción de la fundición gris normalmente es debida a que el grafito está en forma de láminas o escamas. Estas laminillas por no tener resistencia a la tracción provocan en la masa metálica grietas o fisuras internas dando lugar a concentración de esfuerzos e inicio para la rotura. Los ensayos para perfeccionar las fundiciones aleadas llegan a penas a una resistencia a la tracción de apenas 40 Kg/mm<sup>2</sup>, así como la resiliencia que es baja para esta fundición. La fundición maleable presenta granos en lugar de escamas. La fundición blanca en un tratamiento apropiado entrega una descomposición parcial de la cementita, reagrupando el grafito en forma de gránulos aminorando el efecto debilitador del grafito. Las fundiciones esferoidal se produce en hornos cubilotes, con la fusión de arrabio y chatarra mezclados con coque y piedra caliza. La mayor parte del contenido de carbono en el hierro nodular,<sup>5</sup>

Se han hecho numerosos ensayos, desarrollando los procedimientos de obtención de fundición aleados, tratando con ello de mejorar el producto; sin embargo, las mejores de esta fundición llega a una resistencia a la tracción de a penas de 40kg/mm<sup>2</sup>, el valor equivalente de una pequeña fracción de la resistencia potencial de la resistencia metálica; la resiliencia de esta fundición es también demasiado baja en comparación con la de los aceros.

Con la fundición maleable se ha dado también un gran paso adelante, por cuanto al grafito libre se presenta en lugar de escamas.

La formación de la fundición gris requiere de un tiempo de recocido excesivamente largo, y solo puede aplicarse a piezas de reducido espesor.

Una mayor mejora en las propiedades mecánicas y tecnológicas de la fundición solo puede conseguirse transformando el grafito laminar en grafito esferoidal mediante procedimientos especiales<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> internet Wikipedia

<http://es.wikipedia.org/wiki/Titanio>

<sup>4</sup> CALVOR, Rafael. Metales y aleaciones. Tomo 2. Madrid 1948. P 142

<sup>5</sup> Ibid, p 132

**Estructura.** La fundición líquida con las dosis apropiadas de magnesio, el grafito laminar que contiene se modifica tomando forma de esferoides. Estos esferoides, quedan suficientemente distanciados entre sí y de forma irregular en la base metálica, como consecuencia trae una resistencia a la tracción buena, un buen alargamiento y discreta resistencia al golpe conservando su alta dureza.

Las fundiciones esferoidales son tenaces, soldables, resistente a altas temperaturas y a la fatiga, para su campo de aplicación la más importante se da en la industria por que reúne cualidades de los aceros con tenacidad y resistencia a la tracción.

#### Propiedades Físicas

Peso específico: 7,2 g/cm<sup>3</sup>

Intervalo de fusión: 1120—1175 °C

Contracción: 80%

Coeficiente de dilatación térmica lineal medio entre 20 y 600°C :0,0000125

#### Propiedades Mecánicas

Resistencia a la oxidación en caliente.

Resistencia a la corrosión, en caliente

Resistencia a la corrosión: unas cinco veces mayor que la de los aceros al carbono, y semejante a la de una fundición gris de óptima calidad.

Resistencia al roce.

Capacidad para soportar presión

Resistencia a la fatiga de fundición esferoidal iguala a la de los aceros al carbón.

En estado normalizado y recocido, los esferoides de grafito están rodeados de ferrita sobre fondo de perlita.

En la siguiente tabla se indica los valores medios de las características mecánicas correspondientes a la fundición del grafito esferoidal al acero al carbono en piezas fundidas y la fundición a alta resistencia y a la fundición maleable.

Características Mecánicas	Acero Dulce Fundido	Fundición Alta Resistencia	Fundición Maleable	Fundición Esferoidal		
				En Bruto	Temple y Revenido	Reconocida
limite elástico kg/mm <sup>2</sup>	28	-	23	45	100	32
carga de rotura kg/mm <sup>2</sup>	50	35	38	65	120	48
alargamiento%	25	-	8	10	1.5	15
dureza Brinell kg/mm <sup>2</sup>	180	200	230	280	400	210
resiliencia kg/cm <sup>2</sup>	4	0.5	2	5	2	10
modulo elasticidad kg/mm <sup>2</sup>	20.500	12.000	17.000	17.600	18.000	17.400

\* HERBERT L. Nichols reparación de la maquinaria pesada. México: continental s.a. 1968. P 43

## Empleos

En máquinas herramientas, para ejes huecos, bancadas, carros, columnas, contrapuntos, cojinete, disco y divisores, engranajes, palancas, manivelas, manubrios, porta útiles, patines, testas, traveseros.

### 4.4 LA MAQUINARIA PESADA

Ahora ya entrando materia del tema que nos interesa conozcamos un poco de generalidades de la maquinaria pesada, sus partes importantes, características y sus usos y así tener una visión más cercana de aquellas partes que por su constante trabajo y por verse sometidas a mayores esfuerzos, son las más desgaste tienen y por ende, necesitan ser reparadas con mayor frecuencia.

**4.4.1 El bulldozer.** Los bulldozer son tractores equipados con una hoja por delante para empujar, que se puede levantar o bajar por un medio de control hidráulico y cilindros de doble efecto. Los angledozer son bulldozer que tienen hojas que se pueden inclinar para empujar lateralmente la tierra a cualquiera de los lados cuando el tractor se mueve hacia adelante. Cuando se inclina sus hojas, hace el mismo trabajo que los bulldozer ordinarios.

Los tractores de oruga llevan la mayor parte de los bulldozer para hacer excavaciones o para hacer fuertes empuje, pero cada vez aumenta más el número de los que están montados en tractores especiales con tracción en las cuatro ruedas, en llantas de hule. Los bulldozer montados en tractores con tracción en dos ruedas, con llantas de hule, en los camiones y moto conformadoras se usan principalmente para extender y llenar con material suelto

Las principales piezas de un bulldozer, es la placa metálica y el rompedor del cual El rompedor es un dispositivo ubicado en la parte trasera de la máquina, el cual está hecho con una aleación de acero y tungsteno. El rompedor se usa para poder romper estructuras y rocas presentes en el terreno, transformándolas en materiales de menor tamaño. Esta acción permite que el posterior transporte de material se haga de una manera fácil y eficiente.

Partes del bulldozer

Las principales partes de un bulldozer son:

El chasis o bastidor principal

El motor

La transmisión

El tren de rodaje

Chasis: Es el soporte sobre el que van montados todos los elementos de la máquina, al mismo tiempo que lo protege.

Motor: son generalmente diésel turboalimentados. Están montados en la parte delantera, consiguiéndose así una mayor componente vertical sobre las hojas de empuje y un mayor equilibrio al disponer del ripper o contrapesos, colocados a tal fin, en la parte posterior.

Transmisión: se utilizan en los grandes tractores con potencias superiores a los 100 HP.

Tren de rodaje: es el conjunto de piezas de que se sirve el tractor para su desplazamiento y sustentación.<sup>7</sup>

El movimiento delante de un tractor está limitado por la potencia generada en la barra, la resistencia de rodamiento del camino de acarreo, peso bruto del vehículo y su carga y la pendiente ya para subir.

La hoja. La hoja es un estructura maciza que tiene una base y un rectángulo rectangulares.

Las aristas delanteras de la base es una hoja lisa o cuchilla de acero duro y tenaz que sobresale hacia adelante y debajo del resto de la hoja. Al frente de la hoja se la llama la vertedera. Es cóncava y esta inclinada hacia atrás

Al empujar esta esta hoja en el terreno la cuchilla normalmente corta y rompe el material que por la curva de la vertedera hasta que cae hasta adelante el material que la hoja empuja hacia adelante se mantiene así en movimiento más o menos giratorio, que tiende a empujar la carga y ofrece mínima resistencia.

Los brazos de empuje deben de estar unidos a la hoja cerca de sus bordes exteriores, porque los mayores esfuerzos ocurren en las esquinas.

Una excepción es cuando se empuja escrepas<sup>1</sup> en las que esta sujetas a las colisiones centrales violentas una y otra vez.

Las hojas que se van usar para empujar las escrepas es probable que se suman en el centro a menos de que estén muy forzados. Se puede soldar en la parte de afuera una placa o copa, en el interior se pueden reforzar con canales y placas de acero

### **Brazos de empuje**

Los brazos de empuje son bigas huecas gruesa que van de una conexión articulado en el tractor a la parte inferior de la hoja. La mayor parte de los bulldozer tienen brazos que están montados en la parte exterior de los bastidores de las orugas, pero algunos tienen brazos interiores

Son más fáciles de proyectar los brazos exteriores y de sujetar al tractor, porque no hay que tomar en cuenta los reducidos espacios libres entre las orugas y el bastidor central.<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> Máquina que se utiliza para alisar una superficie

<sup>7</sup> HERBERT L. Nichols reparación de la maquinaria pesada. México: continental

**Brazos de inclinación.** Los varazos de inclinación son contravientos diagonales entre el brazo de empuje y entre la parte superior de la hoja. Apoyan la hoja para asistir cargas situadas arriba de la línea de los brazos de empuje, y proporcionan medios para regular la inclinación longitudinal y transversal de la hoja.

Los brazos de inclinación pueden ser de una sola pieza soldados en ambos extremos en cuyo caso sola mente sirven para sostener la hoja. O pueden ser de dos piezas, articulado el brazo de empuje a la hoja y proporcionan medios para alargarlos o acortarlos por medio de un ajuste de tornillo por medio de un templador con agujero.

Alargando los brazos de inclinación se inclina la hoja hacia adelante, acortándolos hacia atrás. El efecto de estos ajustes varía con las condiciones que se efectúa la excavación y con forma de la hoja y de la cuchilla generalmente inclinando la hoja hacia adelante se aumenta la succión de la cuchilla. Y mejora la penetración en los suelos duros. También aumentara la presión hacia arriba contra la parte superior de la hoja de la carga que sube la cuchilla, que puede llegar a ser tan grande para hacer flotar o sostener la hoja de manera que no pueda cortar

Como la hoja lleve una carga completa, generalmente, cuando se produce suficiente presión para hacerla flotar, esto perjudica un poco, y constituye una comodidad para empujar cargas de material suelto, porque automáticamente llena la hoja inclinando la hoja hacia atrás se reduce la penetración, y hasta se puede impedir que la cuchilla corte hacia abajo excepto bajo una gran presión.

Este ajuste es bueno para limpiar material suelto que se encuentra sobre una superficie firme a nivel, o para cortar salientes o montículos sin afectar toda la superficie.

Solo rara veces es necesario hacer ajuste en los bulldozer con sistema de elevador hidráulico, pero con frecuencia es importante en los sistemas que tienen elevador de cable, debido a lo débil que es su penetración.

Alargando solamente uno de los brazos de inclinación se inclina transversalmente la hoja de manera que el gavilán opuesto el brazo larga quedara más abajo<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup>Ibid p 96

**Hoja inclinable** cuando el terreno que se está excavando es más duro de un lado que del otro, la hoja del bulldozer tiende a clavarse en el lado blando, especialmente si se trata de un suelo plástico que la empuja hacia abajo. En una ladera la hoja tiende a colgar un poco de lado debido al cambio de su centro de gravedad, y cortará más baja de ese lado.

Esta dificultad se resuelve parcialmente, convirtiendo los varazos de empuje y la hoja, en una unidad rígida que resista la deformación, lo que rara vez resulta completamente efectivo y conforme la máquina se envejece se hace flexible.

Las partes antes mencionadas, son aquellas que están sometidas a grandes cargas, pues su constante trabajo somete sus articulaciones a desgaste continuo, lo cual va generando una deformación en las medidas originales de la pieza. Esta deformación le resta eficiencia al trabajo, pues la energía requerida para realizarlo es mayor, para corregir este problema, se debe volver las medidas originales a dichas articulaciones; es acá cuando se llenan los agujeros de las articulaciones con soldadura y luego se maquinan estas para devolverse a las medidas originales, proceso que se conoce como alesado.

#### **4.4.2 Cargador de tractor**

**Cargador frontal.** La transformación más avanzada del bulldozer es el cargador frontal, puede usarse para escavar, cargar, empujar, conformar y para transportar materiales a corta distancia.

El cargador frontal puede colocarse a cualquier tipo de tractor. Para servicio pesado se utilizan los de oruga y los que tienen tracción en las cuatro ruedas, para trabajo ligero las que tienen tracción en las dos ruedas.

El bastidor del cargador frontal se compone de una armazón soldada, sólida, que está sujeta a los bastidores de las orugas y/o bastidor central. Lleva el pivote o pasadores de la articulación de los brazos de empuje y sus cilindros hidráulicos, y transmite el peso, esfuerzos de empuje y torsión del cargador al tractor.<sup>9</sup>

Anteriormente, las conexiones del bastidor del cargador al tractor eran el punto débil de la máquina. Muchas de estas dificultades se han superado, pero todavía es una buena costumbre vigilar que no se produzca ningún movimiento independiente de las piezas, apretar y soldar antes de que se produzca el daño.

---

<sup>9</sup>Ibid, p 68

Los brazos elevadores o de empuje están articulados a la parte superior del bastidor y se prolongan hacia adelante y hacia abajo, hasta articulaciones cerca del fondo del cucharón. Una viga transversal le sirve de contra viento cerca del frente.

Los brazos para descargar están generalmente compuestos de una a tres piezas articuladas a palanca que giran a los lados de los brazos de empuje. Están sujetos a los vástagos de los cilindros para vaciar en la parte de atrás, y al cucharón en la parte delantera. La construcción combinada sirve para aumentar la rigidez, y algunas veces para variar los brazos de palanca.

**Cargador skid – shovel.** El cargador Drott Skid – Shovel se parece a un cucharón inclinable hacia atrás con patines o zapatas de apoyo; se han enumerado aquellas partes de la maquinaria pesada que están sometidas a trabajos constantes y que continuamente reciben grandes esfuerzos, desgastando sus articulaciones, los que finalmente hacen requerir una reparación. El tipo de reparación que se ejecuta en estas partes tiene como principio el trabajo que se realiza en un Mandrinadora.

Para explicar con mayor propiedad la tarea de la reparación que hace la mandriladora se hará una explicación general del mandrinado, operación que al fin de cuenta es la que origina la idea del alesador, pues una máquina que hace rectificado de agujeros interiores y la que crea la necesidad de una similar pero que se adapte a la necesidad de la pieza a reparar sea portátil y de fácil manejo.

#### **4.5 Mandrinadora**

Generalidades del mandrinado y el escariado

Esta operación consiste en ampliar una cámara cilíndrica o un agujero, a fin de dejarlo exactamente a la medida deseada.

El mandrinado realizado con la clásica máquina Mandrinadora representa mucha analogía con el torneado, por el hecho de que la herramienta arranca viruta según una trayectoria circular; pero a los efectos del movimiento fundamental, colocación de la herramienta y de la pieza, presenta notables diferencias. En efecto, el movimiento fundamental lo tiene la herramienta mientras el movimiento de avance (rectilíneo y constante) lo tiene la herramienta.

Por esta importante diferencia, respecto al torneado, la herramienta va montada sobre un mandril especial giratorio, mientras la pieza es fijada sobre la bancada de la máquina. El mandrinado admite una cierta semejanza con el taladrado, debido

de que la herramienta gira alrededor de un eje y la pieza es fijada sobre la mesa pero, mientras el taladro la herramienta es la que gira y avanza axialmente hacia la pieza que permanece fija, en el mandrinado con barra es la pieza la que avanza axialmente hacia la herramienta que gira.

Las operaciones en el Mandrinadora son preferidas por aquellos elementos de gran volumen y, por tanto, poco manejables, como cabezales de máquinas, Bancadas de motores, etc., para los cuales resultaría dificultoso y peligroso su montaje en los platos giratorios del torno.

Con el mandrinado se obtiene superficies cilíndricas o cónicas internas (agujeros y cámaras), según ejes perfectamente paralelos entre si y a distancias precisas con tolerancia.<sup>10</sup>

#### **4.6 FUERZA DE CORTE**

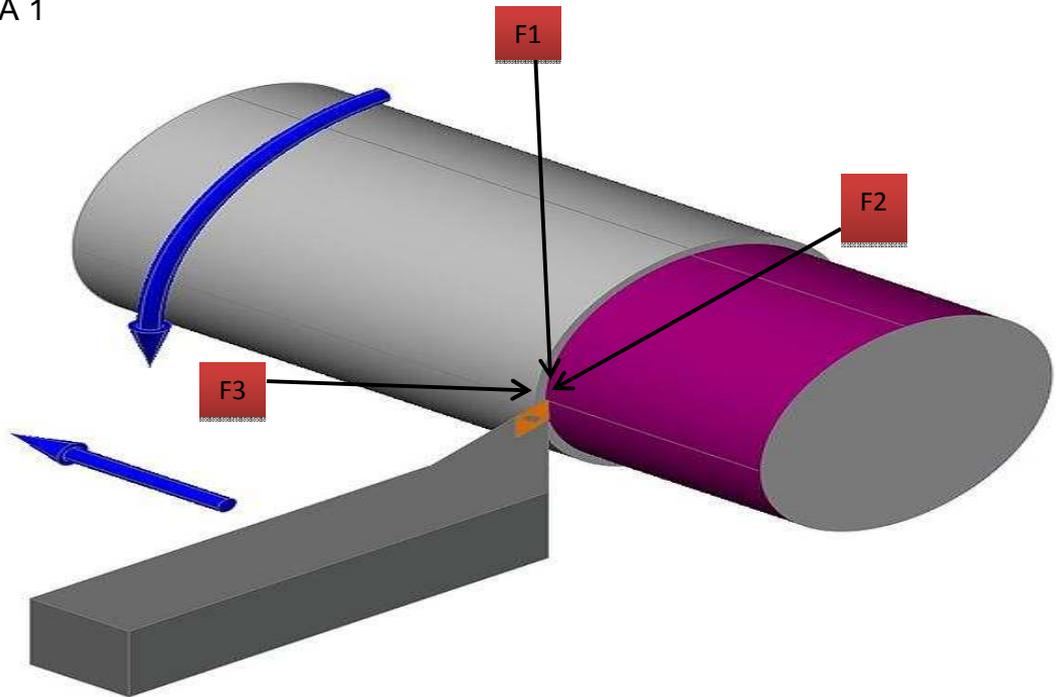
El conocimiento de esfuerzo de corte que interviene en el arranque de viruta, resulta necesario para poder calcular la potencia de la máquina, dimensionar la herramienta y una serie de órganos de aquellas que habría de soportar esfuerzos<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> KRAR, Steve f, AMAND Joseph E William. Operación de máquinas herramientas, México: Mc Graw Hill, 1985. P 120

<sup>11</sup> MFEIRER, Jhon L. Maquinado de metales en máquinas herramientas. México: compañía continental, 1965. P 33.

FIGURA 1



---

MFEIRER Jhon L. Maquinado de metales en máquinas herramientas México: compañía continental, 1965 p.33 De acuerdo a la figura son los siguientes:

Fuerza principal de corte  $f_1$

Fuerza de penetración de corte  $f_2$

Fuerza de avance  $f_3$

**Fuerza específica de corte  $K_s$**

Se llama fuerza específica de corte  $K_s$ , a la fuerza necesaria para arrancar una viruta de  $1 \text{ mm}^2$  de sección.

La fórmula que sigue nos da los valores de  $K_s$

$$K_s = \frac{F_1}{A_s}$$

Donde:

$K_s$ =fuerza especifica de corte en kg(acero 250kg/mm<sup>2</sup>fundición 91kg/mm<sup>2</sup> ).

$K_1$ = un coeficiente que está en función de la clase de material a mecanizar.

$S$ = sección de la viruta en mm<sup>2</sup>

$m$ = un coeficiente.

### **Fuerza principal de corte $f_1$**

Esta fuerza es la única que se tiene en cuenta para el cálculo de potencia y se halla por la siguiente expresión:

$$P_c = \frac{K_s \cdot s \cdot v_c}{4500 \cdot 1,36}$$

Donde:

$P_c$ = potencia de corte en kW

$K_s$ = fuerza especifica de corte.

$S$ = sección de viruta en mm<sup>2</sup>

$V_c$ = velocidad de corte en m/min

El rendimiento de una maquina varia con su estado de conservación y engrase.

En un trabajo normal puede considerarse el rendimiento en un 70% de la potencia nominal del motor. Por consiguiente la fórmula que debe determinarse para determinar la potencia que debe determinar el motor es la misma, añadiendo el rendimiento de la maquina:

$$P_m = \frac{P_c}{n}$$

$n$ = rendimiento de la máquina.

#### **4.7ELECTRODO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE PIEZAS SOMETIDAS A DESGASTE.**

Finalmente al hacer la reparación de la maquinaria pesada, se utiliza un tipo de soldadura recomendada, especial para las características de la pieza a reparar.

##### **4.7.1 West Arco Durowell 350**

**Características sobresalientes:** el durowell 350 es un electrodo tipo rutilico de operación suave y excelente remoción de escoria. Produce cordones de soldadura levemente convexos lo cual le permite recubrir varias áreas que requieren ningún o poco acabado posterior. El depósito es maquinable. Tiene una alta resistencia al impacto y una moderada resistencia a la abrasión.

Aplicaciones típicas: reconstrucción de ejes, ruedas, etc. Reconstrucción de rodillos esproker y piezas sometidas a fricción metal-metal con abrasivo interpuesto.

Recomendaciones para su aplicación: utilice corriente directa electrodo positivo con corriente alterna. Puede aplicarse con o sin oscilación. En posición vertical utilice una progresión ascendente. Al recubrir aría amplia aplique cordones alternados. Si se precalienta la pieza, el depósito tendrá menor dureza.

Propiedades mecánicas típicas del metal: dureza en tercera capa (sobre acero SAE 1010): 300- 400 BHN.

Composición química típica del metal depositado:

- Carbono: 0.20-0.35%
- Silicio: 0.20-0.60%
- Manganeso: 0.60-0.90%
- Cromo: 1.50-3.00%

##### **4.7.2 West Hard 30**

**Características:** se usa para el recubrimiento de materiales ferrosos, sujetos al desgaste de fricción y moderada abrasión, cuando se requiere maquinado posterior de las piezas. Se obtiene así un núcleo muy tenaz y una superficie muy dura resistente a la abrasión severa.

Aplicaciones más comunes: piñones para cadenas, rodillos de bulldozer, vías de deslizamiento, ruedas de guía y ejes.

Recomendaciones de uso: para remover la capa de metal fatigado utilice chaflán west y limpie bien el área a soldar. Para soldar piezas de gran tamaño conviene precalentarla a 150<sup>a</sup>c.

Composición química:

- Carbono: 0.25%
- Manganeso: 0.85%
- Cilicio: 0.50%
- Cromo: 1.6%

## 5 METODOLOGÍA

El alesador portátil a construir, es la respuesta a una serie de necesidades que surgieron a raíz de la observación de un problema que viene ocurriendo en la industria y cuya solución nace del principio básico en que trabaja una mandrinadora.

### 5.1 MÉTODO UTILIZADO

El método utilizado para este proyecto de carácter aplicado en el inductivo y deductivo, pues para poder llegar a solucionar nuestro problema, hicimos una observación crítica de cada dificultad presentaba este, se analizaron cada una por separado y se planearon soluciones.

**5.1.1 descripción y examen crítico.** A partir de la observación en los resultados obtenidos después de cada reparación y haciendo un examen crítico de estos surgieron ideas de posibles soluciones para mejorar estos, utilizando el mismo proceso, pero haciendo adaptaciones y mejoras hasta alcanzar mejorar notablemente los resultados.

Al hacer el examen crítico de los resultados, se detectaron varios inconvenientes en el proceso de reparación, los que hacían que los resultados esperados no fueran los mejores. El principal inconveniente era la sujeción de la pieza en la máquina herramienta ya que esta por su gran tamaño peso y geometría complicada, dificultaba el proceso y lo hacía demorado.

**5.1.2 descomposición del problema.** Se plantea la idea de adaptar un mecanismo que trabaje bajo el mismo principio con que lo hace la mandrinadora, a la pieza a reparar y que con dispositivos necesarios, garantice excelente resultados y agilice el proceso de rectificación de los agujeros.

El principio básico del proceso es hacer girar una barra de longitud variable, en la cual va ajustado los buriles que van a realizar el trabajo. Esta barra debe cumplir varias funciones y debe tener ciertas características.

Estabilidad.

Velocidad de corte.

Tener desplazamiento.

Fuerza de corte.

## **5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación desarrollada en el alesador es de tipo no experimental. Se trabaja con una investigación descriptiva, donde se reseñan las características y dificultades de un problema existente en la industria y donde se da una imagen amplia de este.

## **5.3 fuentes de información**

Para la fuente de información se cuenta con las fuentes primarias y secundarias.

### **5.3.1 fuentes primarias**

Personal que está en contacto directo con el proceso de reparación y con la operación de las maquinas.

Asesoría permanente de personal especializado en este campo, y a la ayuda que presta la institución pascual bravo.

### **5.3.2 fuentes secundarias.**

Para obtener la información secundaria se recurre a la bibliografía de catálogos originales.

## **5.4 PROCEDIMIENTO**

El procedimiento mediante el cual se lleva a cabo la construcción de la mandrinadora portátil es el siguiente.

Se hace análisis de las condiciones de trabajo de la mandrinadora, como lo son , velocidad de corte, profundidad de corte y tipo de material a trabajar, para así calcular la potencia requerida en el motor.

Se hace análisis de los requerimientos de la máquina, que garantice su buen desempeño.

Construcción de algunas partes de la mandrinadora y compra de otras en el mercado.

Montaje de la mandrinadora y puesta en funcionamiento de este Evaluación de los resultados Conclusión y recomendaciones

## **6. RESULTADOS DEL PROYECTO**

Se plantea la idea de adatar un mecanismo que trabaje bajo el mismo principio con que lo hace la mandrinadora, a la pieza a reparar, y que con dispositivos necesarios, garantice excelente resultados y agilice el proceso de rectificación de los agujeros.

El principio básico del proceso es hacer girar una barra cuya longitud se puede hacer variar por medio de un sistema de cremalleras, en la cual van ajustados los buriles los cuales van a realizar el trabajo. Esta barra debe cumplir varias funciones y debe tener ciertas características:

Estabilidad.

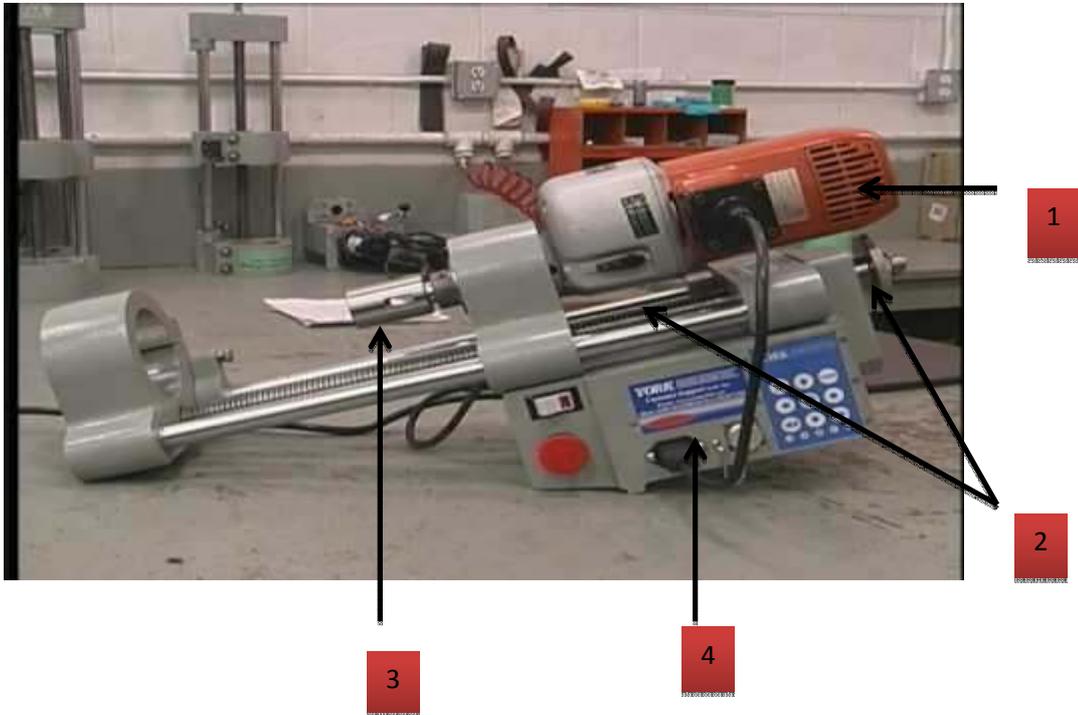
Velocidad de corte.

Tener desplazamiento.

Fuerza de corte.

Las partes principales de la máquina son. El motor, los piñones principales, la cremallera, el eje ranurado, el sistema de avance sin fin tipo corona y barra porta buriles como se muestra en la figura.

Figura 2



Nombre

1 Motor reductor

2 Sistema de avance

3 Barra porta buril

4 controladores de rpm y avance  
(Variador de velocidad)

## 6.1 POTENCIA DEL MOTOR

La potencia que debe proporcionar el motor para realizar el trabajo, se calculó para el tipo de soldadura en las reparaciones la cual tiene una resistencia de 120000 psi, con la profundidad de corte máxima que alcanza la máquina y con la velocidad de corte recomendada para este material.

La potencia que debe proporcionar el motor para realizar el trabajo, se calculó bajo las siguientes condiciones:

Velocidad de corte  $V_c = 38$  m/min

Profundidad de corte  $P_c = 3$  mm.

Rendimiento del motor  $n = 61\%$

$K_s$  = resistencia al corte real

Avance por vuelta  $Av. = 0,3$  mm

Constante: 4500

$K_1$  = resistencia la corte de material 120000 psi

Factor de seguridad  $F_c = 1.6$

$$P = \frac{K_s \cdot Av \cdot P_c \cdot V_c}{4500 \cdot n}$$

$$K_s = \frac{k_1}{m \sqrt{s}} \text{ donde } m = 8 \text{ (constante).}$$

$$S = Av \times P_c$$

$$K_1 = 120000 \frac{lb}{pul^2} \times \frac{1kg}{2,2lb} \times \frac{1pul^2}{(24,5mm)^2}$$

$$K_1 = 84,55 \frac{kg}{mm^2}$$

$$K_s = \frac{84,55}{\sqrt[8]{(0,3 \times 3)}} = 85,67 \frac{kg}{mm^2}$$

$$P = \frac{85,67 \times 0,3 \times 3 \times 38}{4500 \times 0,61} = 1,07 \text{ hp}$$

Ahora multiplicamos por el factor de seguridad

$$P = 1,07 \times 1,6$$

$$P = 1,7 \text{ hp}$$

## 6.2 PIÑONES PRINCIPALES

El cálculo de los piñones que van a transmitir la potencia del motor al eje estriado, se realizó tomando como base la distancia entre ejes, siendo la mitad de esta distancia, el diámetro exterior de cada piñón. La relación escogida es de 1.1 es para obtener una transmisión de potencia directa. El proceso de fabricación de estos es en fresadora.

Datos

Relación 1.1

Modulo M= 2,5

Numero de dientes N= 38

Diámetro exterior: De

Cálculos

$$De = M \times (N + 2)$$

$$De = 2,5 \times (38 + 2)$$

$$De = 100 \text{ mm}$$

Diámetro primitivo Dp

$$D_p = D_e - 2M$$

$$D_p = 100 - (2 \times 2,5)$$

$$D_p = 95\text{mm}$$

Distancia entre centros  $D_c$

$$D_c = \frac{N+n}{2} \times M$$

$$D_c = \frac{38+38}{2} \times 2$$

$$D_c = 95\text{mm}$$

Altura del diente  $h$

$$h = 2,167 \times M$$

$$h = 5,41\text{mm}$$

Altura de la cabeza del diente  $l$

$$l = 1,167 \times M$$

$$l = 2,91\text{mm}$$

Radio del pie de diente  $R$

$$R = 0,2 \times M$$

$$R = 0,5\text{mm}$$

Paso circunferencial  $P$

$$P = 3,1416 \times M$$

$$P = 7,85\text{mm}$$

Espesor del diente  $e$

$$e = 0,5 \times P$$

$$e = 3,9\text{mm}$$

Espacio entre diente  $c$

$$c = 0,5 \times P$$

$$c = 3,9\text{mm}$$

### 6.3 EJE ESTRIADO

**El estriado recibe su potencia** a uno de los piñones, y se desplaza para a su vez, hacer variar la longitud de la barra porta buriles. Esta construido en un acero SAE 4340, tiene una longitud total de 530mm de la cual 223mmpertenecen a las estrías. Su proceso de fabricación es complicado, ya que es necesario construirlo en torno y fresadora, y finalmente hacerle un tratamiento térmico que de dureza superficial a la estrías para que no sufran desgaste, pues estas estrías hacen las veces de los dientes de un Piñón y es mejor desgastar otra pieza menos costosa y de fácil construcción. Los datos para el diseño de las estrías obedecen a las medidas de elementos ya diseñados anterior mente, como lo son los piñones y la longitud de desplazamiento principalmente, roscada cuadrada

$$\text{Modulo } M = 2,5$$

$$\text{Numero de dientes } n = 13$$

$$D_E = 2,5 \times (13 + 2) = 22,5\text{mm}$$

### 6.4 EJE PIÑÓN QUE MUEVE A LA CREMALLERA

Este eje cumple con una función muy importante, ya que su movimiento permite dar avance a la cremallera, su accionamiento es manual o automático, por medio de un sistema sin fin corona y un motor paso a paso. El proceso de fabricación es tanto en torno como en fresadora y sus parámetros para dicha fabricación dependen del avance por vuelta que se necesita. Los datos son los siguientes:

$$\text{Modulo } M = 1,5$$

$$\text{Numero de dientes } n = 13$$

$$D_E = 1,5 \times (13 + 2) = 22,5\text{mm}$$

$$D_p = D_E - 2 \times M = 22,5 - (2 \times 1,5) = 19,5\text{mm}$$

$$h = 2,167 \times 1,5 = 3,25$$

$$L = 1,5$$

$$l = 1,67 \times 1,5 = 1,75\text{mm}$$

$$R = 0,3\text{mm}$$

$$P = 3,1416 \times 1,5 = 4,71\text{mm}$$

$$e = 0,5 \times 4,71 = 2,35\text{mm}$$

$$c = 0,5 \times 4,71 = 2,35\text{mm}$$

## **6,5 CREMALLERA**

La cremallera es una pieza clave en la mandrinadora, ya que esta recibe un movimiento circular y lo convierte en movimiento lineal, el cual finalmente proporciona el avance a la barra porta buril. El proceso de fabricación es complicado ya que su geometría exige trabajo en el torno de cilindrado exterior que permita un acabado superficial importante, cilindrado interior de diversos diámetros, y finalmente la fabricación de la cremallera en una fresadora. En el interior de esta pieza van alojados 2 rodamientos uno en cada extremo.

Los pasos para la fabricación de esta pieza, tanto el modulo como el paso, van ligados al eje que hace mover esta.

Modulo  $M = 1,5$

Paso  $P = 4,71\text{mm}$

Altura del diente  $h = 3,25\text{mm}$

## 6,6 COSTOS DEL PROYECTO

Barras cromadas	271.000
Barra calibrada	97.500
Eje custodia	212.000
Bronce SAE 65	340.000
Pines	71.000
Tornillería	30.000
Carcaza mandrinadora	133.000
Eje estriado	44.500
Husillo dentado	83.200
Eje pequeño	8.200
Eje pequeño estriado	18.000
Láminas de $\frac{3}{4}$ y de $\frac{1}{2}$	82.300
Materiales en acero 1020	255.000
Mecanizados	2`400.000
Sistemas de avance	2`300.000
Motor reductor	1`900.000
Variador	2`100.000
Instalación sistema eléctrico	300.000
Instrumentos de medida	430.000
<b>Total</b>	<b>11'075.700</b>

## **6,7 impacto de la mandrinadora en la industria mecánica**

La mandrinadora portátil es una máquina para una necesidad específica en las empresas que se dedican a la reparación de la maquinaria pesada. Este tipo de reparación que es complicada encuentra ahora solución gracias a la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el estudio de la tecnología mecánica, utilizando los recursos disponibles en nuestra industria.

Se puede decir que la mandrinadora cumple con los requisitos necesarios y alcanza los objetivos propuestos, proporcionando un beneficio para la industria metalmeccánica, ya que evita la importación de maquinaria de similares características, las cuales son costosas. El ahorro del dinero por parte de este se estima en \$ 22.000.000 ya que una máquina como esta vale en el exterior alrededor de U\$ 10.000 unos treinta millones de pesos sin contar otros impuestos; el costo de la mandrinadora en este proyecto llega al orden de \$ 10.000.000 como se aprecia en los costos del proyecto. El gran beneficio que recibe la industria se ve reflejado en empresas que utilizan maquinaria pesada, tales como la minería, cementeras y canteras, las cuales ya han recibido a satisfacción el servicio de reparación.

## 7 CONCLUSIONES

La estabilidad de la mandrinadora se lograra colocando un sistema de fijación en la barra semejante a la de una luneta, ya que estárecibirá los esfuerzos generados por la fuerza de corte y tiende a flexionarse

- La fuerza de corte y la velocidad de corte se logran eligiendo un sistema de motor reductor apropiado para realizar el trabajo, bajo las condiciones establecidas.
- El avance de la mandrinadora se obtendrá adaptando un eje sin fin a la cremallera, la cual hace las veces de corona; este sistema es movido a su vez por un motor paso a paso, proceso que trabaja de manera automática y con velocidad constante, lo que mejora notablemente el acabado superficial de las piezas alesadas.
- Se agilizaran los tiempos de reparación en este tipo de piezas de maquinaria pesada, la calidad de reparación mejorara notablemente con el sistema de estabilidad y en general se beneficia el sector metalmecánico dedicado a estas reparaciones por la agilidad que brinda la mandrinadora a la hora de hacer su trabajo.

## 8 RECOMENDACIONES

- El buen funcionamiento de la mandrinadora depende también del buen mantenimiento que se le dé a este. Cabe recordar que una buena lubricación, engrase de piezas y limpieza de virutas cada vez que se le trabaje con la mandrinadora es importante.
- Se recomienda lubricar constante mente el husillo.
- Hacer alivio de tensiones cuando se sueldan las custodias y las bases del husillo a la pieza a reparar.
- El operario de la maquina debe ser calificado, pues necesario tener conocimiento de soldadura y metrología.
- Ser cuidadoso con el sistema eléctrico de la mandrinadora, conectándolo a un sistema trifásico 220V cuando se va a trabajar.
- Guardar la mandrinadora en un lugar seco a una temperatura inferior a 30°C y hacer limpieza moderada pues este se desempeñe en ambientes de mucho polvo.
- Tener en cuenta que existen otros tipos de soluciones para esta clase de reparaciones, que aunque son más costosas y de mayor tecnología, pueden ser tenidas en cuenta. Una de ellas es el ARC 890, compuesto cerámico de avanzada tecnología, formulado para reparación y protección de todas las superficies metálicas sujetas a corrosión y alta condiciones depresión. El producto se aplica normalmente con un espesor de 6mm o más, no se encoge, 100% solido. Es recomendado en piezas donde la perdida de metal es repara generalmente con capas superpuestas soldadas. Es maquinable.
- Otra recomendación para tener en cuenta es utilizar un tipo de antiadherente para aplicar en aquellas partes donde la excesiva fricción a causa de las grandes presiones, va desgastando los pasadores por ejemplo. Esta alternativa ayudaría a disminuir las reparaciones de la máquina. Uno de estos antiadherentes recomendado por personal especializado, en el compuesto a base de níquel 725 Chesterton, el cual es un lubricante para ensamble de piezas que combinan la resistencia a presiones externas y a la corrosión y a las propiedades antiadherentes del níquel, aluminio y grafito coloidal.

- Otra posible solución al tipo de reparación que se realiza en las articulaciones de la pieza de la maquinaria pesada, sería poner un buje en este orificio de tal manera que la cargas y lo esfuerzos los reciba este y no directamente la pieza; de esta manera ya no sería necesario utilizar soldadura para rellenar, ni la mandrinadora para alesar solo bastaría con retirar el buje y cambiarlo por otro nuevo, lo que disminuiría el tiempo de reparación, aunque cabe decir que se debe de hacer un estudio más detallado de esta alternativa.

## BIBLIOGRAFÍA

- AVNER.** Introducción a la Metalúrgica física. España: Mc Graw Hill 1990.
- CALVOR R. Rafael. Metales y Aleaciones. Tomo 2. Madrid: 1948.
- Casillas a. I. Maquinas. Madrid: Hermsilla, 1985.
- CLIMAX. Portable machine tool inc, Manual de modelo BB1149 alesador Newbreg, OR USA.
- FEIRER H. Habicht. Las máquinas herramienta modernas. México continental S.A. 1965
- GIL E. Juan C. Manual de mecánica industrial. España: cultura s.a. 2000.
- HERBERT L. Nichols. Reparación de maquinaria pesada. México: continental S.A 1968.
- KRAR, Steve F. AMAND Josep E William. Operación de máquinas herramientas, México: Mc Graw Hill 1985.
- MARRO Rossi. Maquinas herramientas modernas. Barcelona: científica moderna, 1971
- SMITH F. William. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. Segunda edición. Madrid: Mc Graw Hill.

## GLOSARIO

**BALDE (RETROEXCAVADORAS):** también llamado Cargador frontal. La transformación más avanzada del bulldozer es el cargador frontal, puede usarse para escavar, cargar, empujar, conformar y para transportar materiales a corta distancia.

**CHESTERTON:** El Compuesto Anti-Adherente a Base de Níquel 725 Chesterton® es un lubricante para ensamblaje de piezas, que combina la resistencia a presiones extremas y a la corrosión y las propiedades antiadherentes del níquel, aluminio y grafito coloidal, en una suspensión de aceite que puede soportar temperaturas hasta 1425°C

**MANDRINADORA:** Se denomina mandrinadora a una máquina herramienta que se utiliza para el mecanizado de agujeros de piezas cúbicas que deben tener una tolerancia muy estrecha y una calidad de mecanizado buena.

**BASTIDOR:** Un bastidor es la estructura principal compuesta por largueros y travesaños que unidos forman el chasis del vehículo.

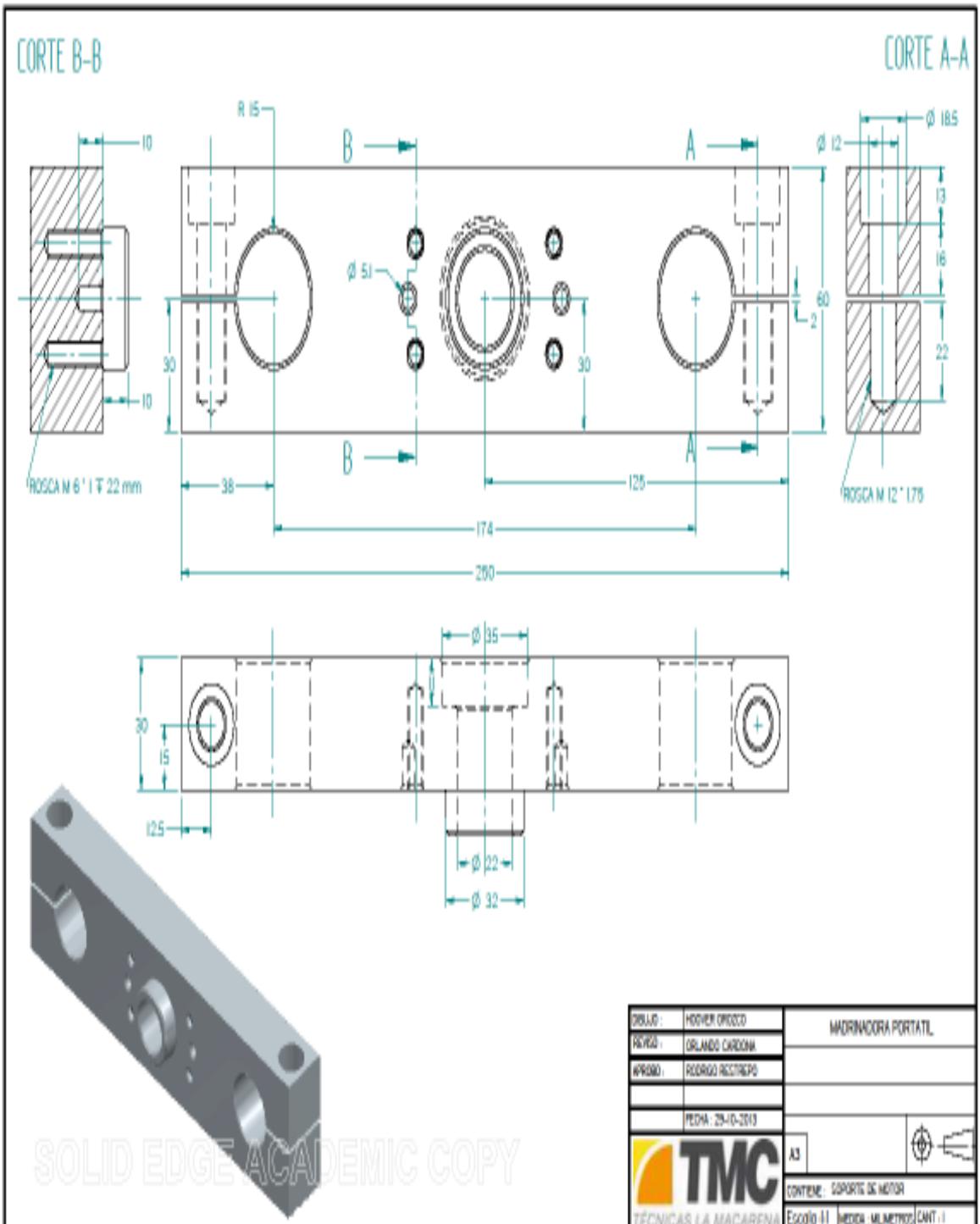
**TRANSMISIÓN POR ORUGAS:** Un tractor oruga es un dispositivo de transporte utilizado principalmente en vehículos pesados, como tanques y tractores, u otro tipo de vehículos. Consiste en un conjunto de eslabones modulares que permiten un desplazamiento estable aun en terrenos irregulares.

## ANEXO

A continuación se muestran las piezas, planos y elementos que se fabricaron y otra que fueran comprados para la fabricación de la mandrinadora

### SOPORTE MOTOR DE AVANCE





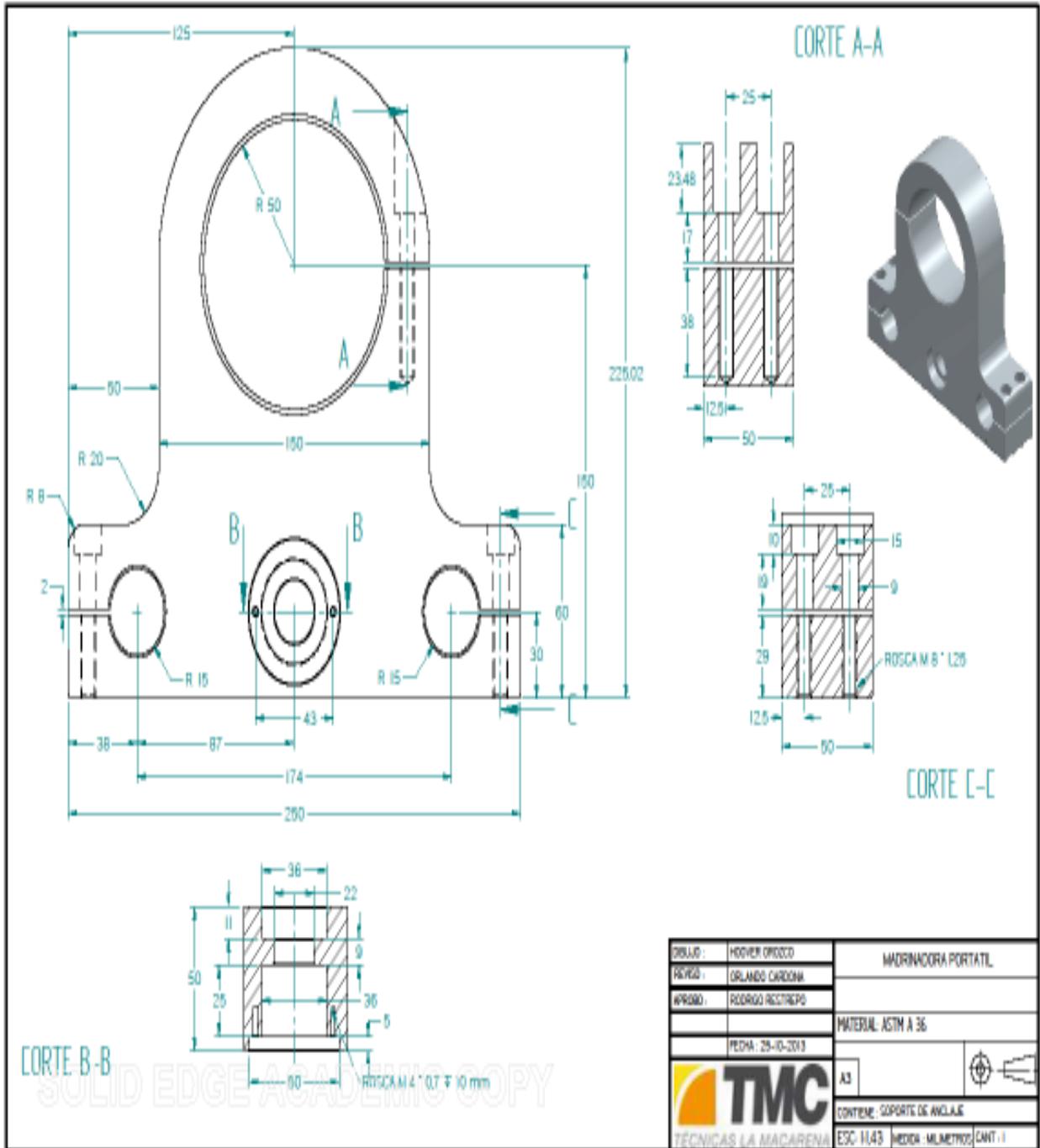
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

## SOPORTE MOTO RREDUCTOR



## SOPORTE DE ANCLAJE

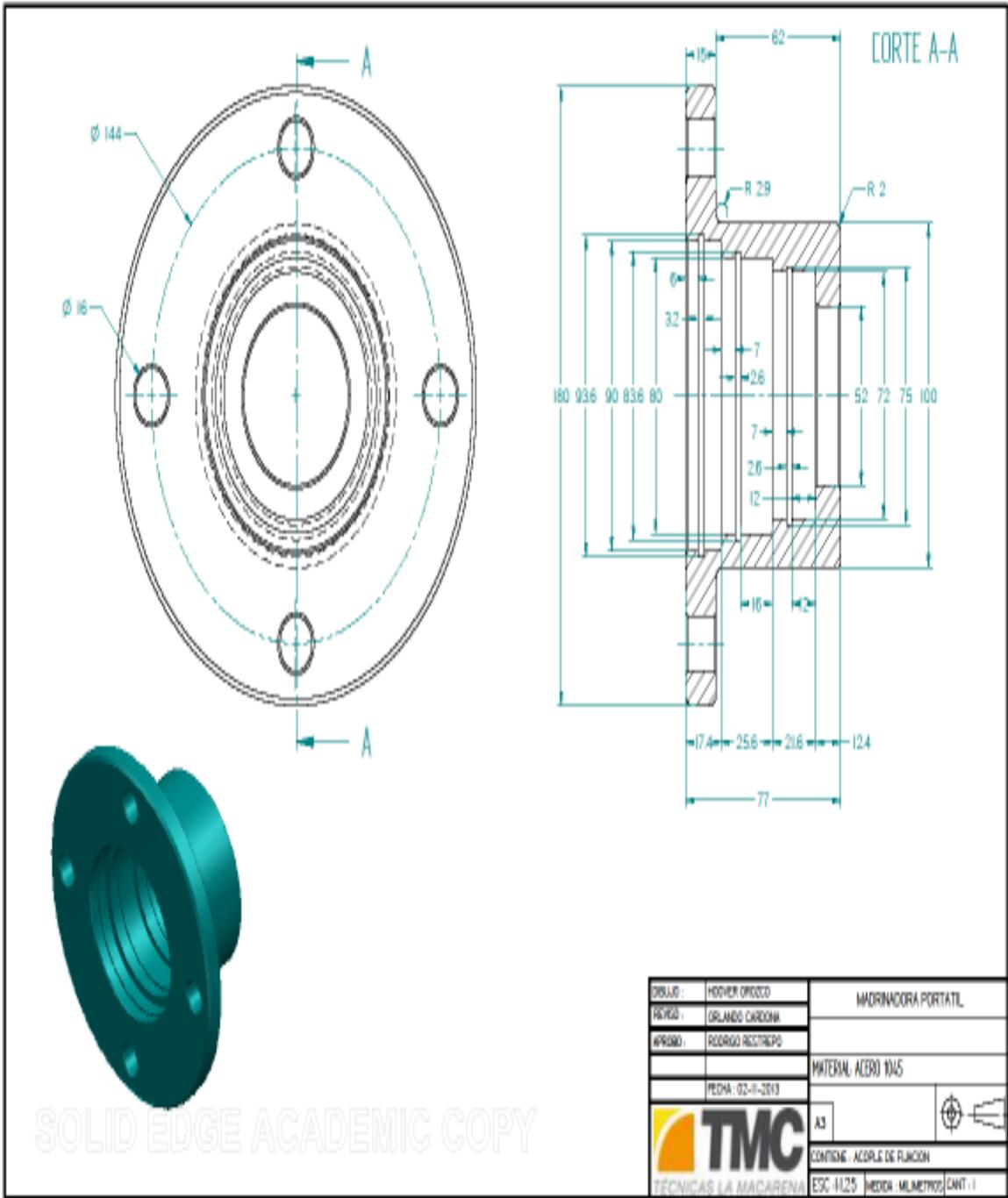




DISEÑO:	HOSYER OROCO	MADRNADORA PORTATIL
REVISÓ:	ORLANDO CARDONA	
APROBÓ:	RODRIGO RECOTROPO	
		MATERIAL: ASTM A 36
	FECHA: 25-10-2013	
TÉCNICAS LA MACARENA		ESC: 1:1.43 MEDIDA: MILIMETROS CANT: 1

## ACLOPE DE FIJACION



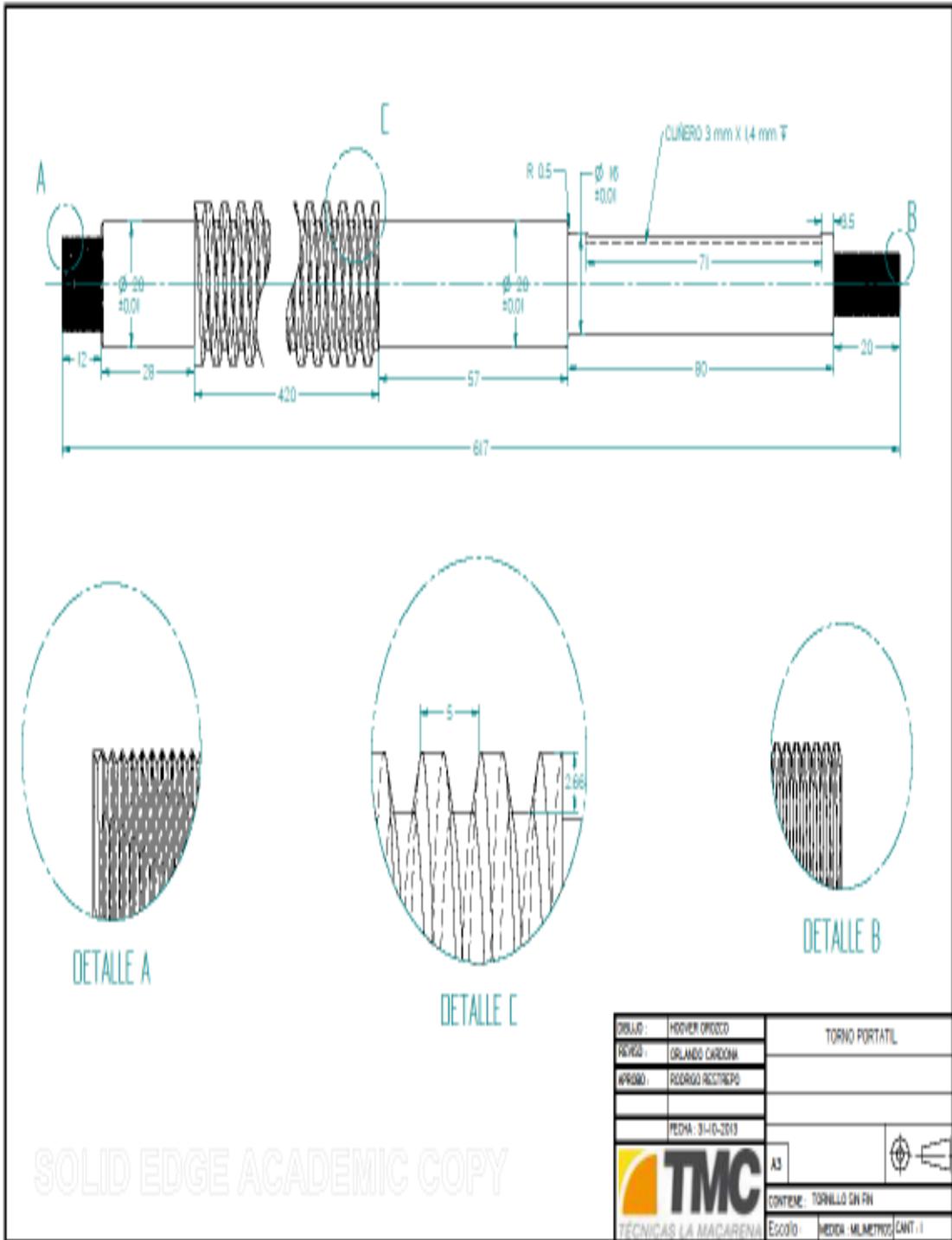


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

DIBUJO:	HOOVER OROSCO	MADRIDADORA PORTATIL
PROYECTO:	ORLANDO CARDOMA	
APROBADO:	RODRIGO RECIBOPO	
		MATERIAL: ACERO 1045
	FECHA: 02-11-2013	
TÉCNICAS LA MACARENA		CONTIENE: ACOPLE DE FLANCO ESC: 1:25 MEDIDA: MILIMETROS CONT. 1

## TORNILLO DE AVANCE





SOLID EDGE ACADEMIC COPY

DISEÑO:	HOSYER OROSCO	TORNO PORTÁTIL	
PERFIL:	GRILANDO CARDONA		
APROBADO:	RODRIGO RECTIFICADO		
FECHA: 31-10-2013			
TECNICAS LA MACARENA		ESCALA:	MEDIDA: MILIMETROS CANT. 1

## BARRAS DE DESPLAZAMIENTO



## RODAMIENTO LINAL DE BOLA



## RODAMIENTO RÍGIDO DE BOLA



## RODAMIENTO DE CONTACTO AXIAL





## ENSAMBLE DE PIEZAS



## MOTOR DE AVANCE



BARRA PORTA BURIL



