

# Diseño y evaluación de una pulidora de piezas de fundición usando maíz como abrasivo



## Colaboración

Maria Guadalupe Santillan Valdelamar; Francelin Dimas Díaz; Sergio Serrano González, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo

**RESUMEN:** El presente trabajo tiene como finalidad diseñar y construir una máquina que proporcione pulido a piezas metálicas de manufactura mediante movimiento vibratorio que ayudará a las pequeñas y medianas empresas de la región del Valle del Mezquital que necesitan realizar procesos de tratamiento de superficies y aumentar la calidad en los productos metal mecánicos que ofrecen. El diseño de la máquina se realiza aplicando la metodología de diseño mecánico el cual consta de la tolva, la bancada, el sistema de suspensión, el motor y el sistema de vibración usando el software Solid Works. Se construye la máquina de pulido utilizando distintos materiales con un peso total de 163.86kg, se realiza una prueba general de funcionamiento con 3 piezas metálicas diferentes: polea de aluminio, placa de acero y pedal de aluminio sometidos a 30 minutos al proceso de pulido utilizando maíz como abrasivo. El resultado fue la eliminación del 50% de óxido en la polea, sin cambios en la placa de acero y reducción del 30% de óxido en el pedal.

**PALABRAS CLAVE:** Abrasivos, diseño, movimiento vibratorio, piezas mecánicas, prueba de funcionamiento, pulido.

**ABSTRACT:** The purpose of this paper is to design and build a machine that provides polished metal parts for manufacturing by vibratory movement that will help small and medium-sized companies in the Valle del Mezquital region that need to perform surface treatment processes and increase quality in the mechanical metal products they offer. The design of the machine is carried out applying the mechanical design methodology which consists of the hopper, the bedplate, the suspension system, the motor and the vibration system using the Solid Works software. The polishing machine is built using different materials with a total weight of 163.86kg, a general performance test is performed with 3 different metal parts: aluminum pulley, steel plate and aluminum pedal subjected to 30 minutes to the polishing process using corn as abrasive. The result was the elimination of 50% of oxide in the pulley, without changes in the steel plate and 30% reduction of rust in the pedal.

**KEYWORDS:** Abrasives, design, vibratory movement, mechanical parts, performance test, polishing.

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería de superficies consiste en la modificación de la microestructura y/o la composición superficial de un componente mediante métodos mecánicos, físicos o químicos, que pueden implicar el aporte de otro material para cambiar las propiedades superficiales del mencionado componente. Una de sus consecuencias más importantes es que permite alargar significativamente la vida útil de todo tipo de componentes empleados en un gran número de aplicaciones industriales. Por otra parte, colabora de forma significativa a disminuir la fricción entre componentes. [1]

El pulido es un proceso de abrasión utilizado para eliminar muy pequeñas cantidades de metal de una superficie que debe ser plana con precisión a un tamaño y cabalmente lisa, ayuda a aumentar la duración al desgaste de una pieza, proporcionar un mejor sellado

y eliminar la necesidad de empaquetaduras o sellos. El pulido solo elimina aproximadamente 0.0005 plg. (0.01mm) de material. [2]

Los tratamientos mecánicos también conocidos como limpieza mecánica implica la remoción física de suciedad e incrustaciones de una pieza de trabajo mediante abrasivos o acciones mecánicas similares. Con frecuencia, los procesos usados para limpieza mecánica sirven para funciones adicionales a la limpieza, como la remoción de rebabas y el mejoramiento del acabado superficial. Los diferentes procesos mecánicos a utilizar dependerán del tipo de material a pulir, la dureza del material, su forma y la rugosidad inicial que este posea. [3]

Para realizar los tratamientos de pulido existen diversos equipos y máquinas, las máquinas de pulido vibratorias ofrecen infinidad de ventajas; eliminan rebabas en todo tipo de piezas, ideales para partes delicadas o complicadas, acción de corte profunda, reducción de tiempo de proceso, revisión continúa del proceso, construcción práctica y económica comparada con otros equipos de pulido.

En la actualidad hay empresas con una gran variedad de máquinas de pulido y con avanzada tecnología, pero con costos elevados y dimensionales enfocadas al sector industrial para grandes cantidades de piezas a pulir.

Hoy en día se utilizan diferentes métodos para dar un perfecto acabado a piezas de manufactura, el sandblasteo es un método que comúnmente se utiliza en el sector industrial, con esta técnica se puede limpiar, pulir, desbastar cualquier superficie, con un bajo costo si se compara con otros métodos utilizados.

En México las pequeñas y medianas empresas como son los talleres de torno, de fresado, talleres mecánicos o empresas donde realizan pequeñas piezas deben realizar un proceso de pulido a sus piezas para que sean de calidad sin embargo los costos de las máquinas comerciales no les permiten adquirirlas.

Actualmente en el Estado de Hidalgo hay pequeñas y medianas empresas que se dedican a la fabricación y elaboración de productos metálicos por lo que una máquina de pulido vibratoria será de gran beneficio ya que aumentará la calidad y presentación de sus productos además de que la máquina de pulido vibratoria es económica comparada con otros equipos y puede dar tratamiento a variedad de piezas metálicas.

El propósito de este trabajo es diseñar y construir una máquina que proporcione pulido a piezas metálicas de manufactura mediante movimiento vibratorio para ayudar a las pequeñas y medianas empresas de la región del Valle del Mezquital que necesitan realizar procesos

de tratamiento de superficies y aumentar la calidad en los productos metal mecánicos que ofrecen.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

La metodología a desarrollar en este proyecto es el Proceso de Realización de Producto (PRP) donde se abarcan cuatro funciones, las cuales son: diseño, desarrollo o construcción, prueba de funcionamiento y documentación de diseño. [4]

El diseño mecánico está basado en [5], el cual es utilizado para obtener un producto útil en este caso una máquina de pulido vibratoria; que satisfaga la necesidad de proporcionar pulido a piezas metálicas de manufactura, además de ser seguro, confiable económico y de manufactura práctica. Los parámetros del diseño se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de diseño de la máquina

Elementos	Características
Tolva	Volumen de 0.4425 m <sup>3</sup>
Sistema de suspensión	Peso a soportar de 550 kg.
Bancada	Peso a soportar de 110 a 1000 kg.
Sistema vibratorio	Capacidad para mover la tolva y el abrasivo.
Motor eléctrico	Potencia de 3 HP y velocidad de giro de 1800 rpm.

Fuente: Elaboración propia

Para elaborar el diseño de la máquina de pulido se utilizó el software Solid Works en el cual todas las cotas están en milímetros (mm). En la figura 1 se muestra el diseño de la máquina de pulido vibratoria con vista isométrica con proyecciones de la máquina y sus subelementos.

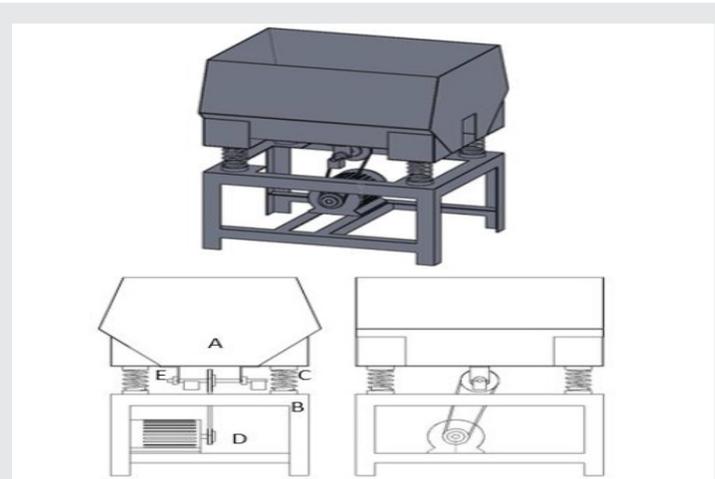


Figura 1. Vista isométrica y subelementos

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe el proceso de fabricación de cada elemento, así como los materiales utilizados.

### Tolva.

Para las paredes laterales se emplearon 2.32m<sup>2</sup> de lámina galvanizada lisa, calibre 12, espesor 2.6924mm y peso 21.06kg/m<sup>2</sup>. La base interior fue hecha con 0.64m<sup>2</sup> de lámina rollada en caliente calibre 10, espesor de 3.42mm y peso de 26.847kg/m<sup>2</sup>. En la figura 2 se presenta el diseño de la tolva.

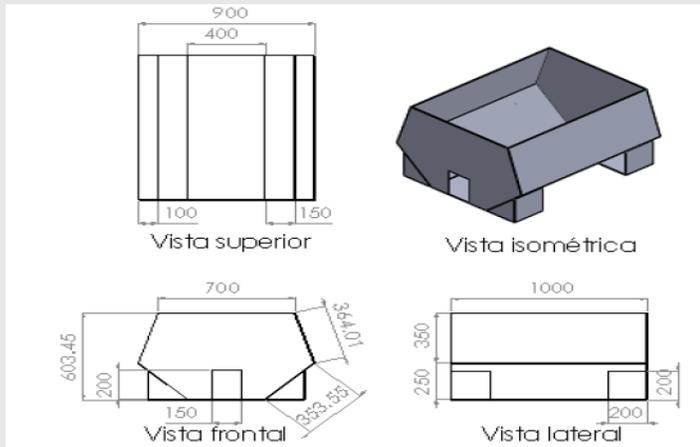


Figura 2. Diseño de la tolva  
Fuente: Elaboración propia

### Bancada.

La bancada se define como un elemento sobre el que se monta la máquina y donde recaerá el peso, diseñada para no sufrir daño o deformación. Se utilizaron 5.8m<sup>2</sup> de ángulo de acero estructural A36. En la figura 3 se presenta el diseño de la bancada en sus diferentes vistas.

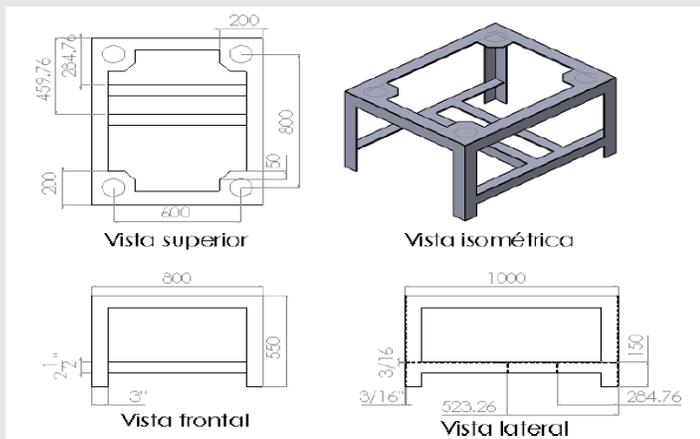


Figura 3. Diseño de la bancada  
Fuente: Elaboración propia

### Sistema de suspensión.

Su función es aislar las vibraciones de la tolva, para que no se transmitan a la bancada. En la tabla 2 se muestran las medidas acondicionadas para este sistema.

Tabla 2. Dimensiones de los subelementos del sistema de suspensión.

Elemento	Función	Material	Dimensiones (mm)		
			Ángulo interior	Ángulo exterior	Longitud
Pivotes exteriores	Evitar que los resortes salgan de su posición cuando vibre la tolva.	Acero al carbono A36	75	100	100
Pivotes internos	Evitar que el resorte se pandee durante la vibración.	Acero al carbono A36	25.4	74	50
Resortes	Ser un muelle elástico que evite la propagación de vibración a todo el sistema.	Acero estirado en duro 0.60 a 0.70 C, alambre de 10 mm.	80	100	190

Fuente: Elaboración propia

### Sistema de vibración.

Su función principal es hacer vibrar la tolva por medio de transmisión de potencia con poleas mostrado en la figura 4. Se transfiere la potencia del motor a través de la polea A a la B, por medio la correa C, la polea A hace rotar el eje D, el cual, tiene movimiento rotativo mediante los baleros E. Para desbalancear la rotación del eje D, se le agregan contra pesos F de manera excéntrica, para desbalancear el eje C, lo que producirá vibración. Para que la tolva vibre se debe unir el elemento G en la parte inferior de la tolva.

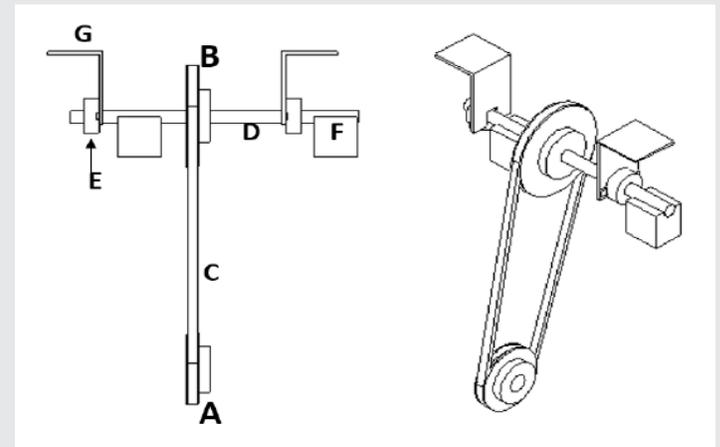


Figura 4. Sistema de vibración de la máquina.  
Fuente: Elaboración propia

Los materiales para la fabricación de la polea son aluminio A329 para las poleas de sistema vibratorio y acero estructural A36 para el eje, los contrapesos y el balero.

### Ensamble Final.

En la etapa final se ensamblan todos los elementos que constituyen la máquina de pulido como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Ensamble final  
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se muestran los pesos de cada componente y el total.

Tabla 3. Peso de cada subelemento de la máquina

Elemento	Carga concentrada (kg)
Tolva	61.00
Resortes	7.00
Bancada	52.86
Motor	41.00
Contrapesos	2.00
<b>Total</b>	<b>163.86</b>

Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

En las pruebas de funcionamiento se verificó que los elementos de la máquina como la tolva, la bancada y los resortes resisten el proceso de pulido [6].

El funcionamiento de la máquina consiste en transferir la potencia de un motor trifásico de 3HP mediante un conjunto de poleas que hacen rotar el eje que está unido a la tolva, para provocar la vibración se desbalancea el eje con contrapesos excéntricos sobre resortes helicoidales de compresión para aislar la vibración del resto de la máquina a la tolva. Para transmitir la vibración se adaptó un eje conectado directamente a la tolva.

En el funcionamiento de la máquina se observa que los resortes aíslan la vibración del resto de los elementos de máquina haciendo que solo vibre la tolva.

Se realizó una prueba general de funcionamiento en la máquina de pulido sometiendo a tratamiento tres piezas de distinto material, características y dimensiones, utilizando 50Kg de maíz como abrasivo.

### Prueba 1.

En la figura 6 se presenta una polea de aluminio A329 sometida 30 minutos de vibración en la tolva. Como resultado se eliminó 50% de óxido de la superficie de la polea.



Figura 6. Polea A329 antes y después  
Fuente: Elaboración propia

### Prueba 2.

En la figura 7 se presenta una placa de acero A36 sometida 30 minutos de vibración en la tolva. El resultado fue sin cambios debido a la dureza del acero con respecto al abrasivo utilizado.



Figura 7. Placa de acero A36 antes y después  
Fuente: Elaboración propia

### Prueba 3.

En la figura 8 se presenta un pedal de aluminio sometido 30 minutos de vibración en la tolva. El resultado observado fue la eliminación de óxido de la superficie del pedal en aproximadamente 30%.

Los resultados observados en las piezas de prueba una vez sometidas a la máquina de pulido solo se logra retirar impurezas, óxido y ralladuras.

## CONCLUSIONES

Al concluir las pruebas no se comprobó la funcionalidad de la máquina de pulido debido a la utilización de maíz como abrasivo.

[6] Budynas G. Richard, Keith Nisbeth J., (2008), *Diseño de ingeniería mecánica de Shigley, the Mc Graw Hill.*



Figura 8. Pedal de aluminio antes y después

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el resultado de pulido en las piezas metálicas no es el esperado ya que no se desprenden pequeñas cantidades de metal por lo que la máquina no proporcionó pulido a piezas de manufactura, solo eliminó imperfecciones como óxido, suciedad y ralladuras.

## RECOMENDACIONES

Para futuras pruebas se recomienda utilizar abrasivos especiales como cerámicos, plásticos o sintéticos para lograr el pulido en las piezas metálicas como se desee, aumentar un tiempo mayor a 30 minutos de tratamiento, recalcular eje y poleas para aumentar vibración y cambiar la potencia del motor a más de 3 HP. Por otro lado se sugiere colocar a lo más 250kg de abrasivo en la tolva.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] A. Agüero (2007), *Ingeniería de superficies y su impacto medio ambiental, Revista de Metalurgia, 43(1), <https://doi.org/10.3989/revmetalm.2007.v43.i1.53>*

[2] Steve F. Krar, A. R. (2009), *Tecnología de las Máquinas Herramientas, Sexta edición, Editorial Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.*

[3] Groover P. Mikell, (2007), *Fundamentos de manufactura moderna tercera edición, Materiales procesos y sistemas, capítulo 28 limpieza y tratamientos superficiales pp.660, 665. Mc Graw Hill.*

[4] Prziembel, C.E.G (1995), *Integrating the product realization process (PRP) into the undergraduate curriculum; curriculum development project of the asme council on education New York: the American society of mechanical enginers.*

[5] Mott I. Robert, (2004), *Diseño de elementos de máquinas, Cuarta edición, Pearson education.*