

## Original

# PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ÁRBOL PARA UN MOLINO TRITURADOR DE FRUTAS Y VEGETALES PERTENECIENTE A LA FÁBRICA DE COSERVAS DE YARA

Proposal for designing a tree for a fruit and vegetable crushing mill belonging to the cosveras de Yara factory

M. Sc. Alexis Enrique Liens-Zambrano, Profesor Asistente, Universidad de Granma,  
[aliensz@udg.co.cu](mailto:aliensz@udg.co.cu) Cuba

Ing. David Gutiérrez-Toledo, Profesor Asistente, Universidad de Granma,  
[gutierrez@udg.co.cu](mailto:gutierrez@udg.co.cu), Cuba

Ing. Yenny Cuscó-Varona, Profesor Asistente, Universidad de Granma, [ycuscov@udg.co.cu](mailto:ycuscov@udg.co.cu)  
Cuba

Aceptado 9/07/2017- Recibido 7/9/2017

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en La Empresa de Conserva de vegetales situada en la carretera de Manzanillo, Yara Granma. En el mismo se valoraron los principales parámetros a tener en cuenta a la hora de ejecutar una propuesta de fabricación del árbol del molino triturador de frutas y vegetales. Basada en el maquinado por arranque de viruta (torneado). Para su modelación se emplearon los softwares de diseño mecánico SolidWorks 2014 y el KISSsoft 2014, se tuvieron en cuenta las tensiones de von Mises, los desplazamientos resultantes, así como el factor de seguridad, para de este modo dar los resultados obtenidos por este método, localizando en ambos casos las zonas de carga y restricciones con sus magnitudes, como también las principales propiedades químico-mecánicas. Teniendo en cuenta los esfuerzos a que va a ser sometido mediante el periodo de explotación, empleando como material base el acero inoxidable (AISI 304).

**Palabras clave:** restricciones, software, acero inoxidable, tensiones de von Mises

## ABSTRACT

The present work was carried out in the Vegetable Preservation Company located in the road of manzanillo, Yara Granma. In the same it was valued the main parameters to take into

account when executing a proposal of manufacture of the tree of the crusher mill of fruits and vegetables. Based on chip start-turningturning) machining. For its modeling, mechanical design software SolidWorks 2014 and kISSsoft 2014 were used, the stresses of von Mises, the resulting displacements, as well as the safety factor were taken into account to give the results obtained by this method, locating In both cases the loading zones and restrictions with their magnitudes, as well as the main chemical-mechanical properties. Taking into account the efforts to be submitted through the period of exploitation, using as base material stainless steel (AISI 304).

**Key word:** Restrictions, software, stainless steel, modeling, stresses of von Mises

## **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo industrial actual, es como progreso científico técnico en las fundamentales ramas de la economía nacional que conlleva a un incremento inevitable en los niveles de producción y en el logro de una mayor precisión en la fabricación de los artículos. La construcción de piezas y maquinaria constituye una importante rama de la economía nacional de acuerdo con el nivel de desarrollo de esta rama, se puede valorar el crecimiento de la industria de un país(Brushtein & Dementiev, 1987; Cordoves, 2000; Curran, Chou, & Trppey, 2008)

La tecnología mecánica se puede definir como la ciencia encargada del estudio de la transformación de los materiales metálicos para la obtención de piezas o artículos de consumo. Como asignatura de fabricación es de vital importancia para el ingeniero de organización. Antiguamente la fabricación era considerada como un ente de la empresa desvinculada de la concepción y diseño del producto y que era la encargada de ejecutar unas ideas ya preconcebidas. Esto fomentaba un incremento del tiempo de ingeniería por necesidad de rediseños, por no poderse fabricar la pieza o por encarecer el producto en la fabricación. La filosofía actual no puede concebir el diseño del producto sin pensar en la fabricación. Si el diseño no es adecuado ,la fabricación puede ser costosa y eso supone que el producto no será competitivo(Bouaziz & Masmoudi, 2006. Núm. 1; Rechetov, 1976; Rodriguez.o & CORUGEDO.A, 2005).

Actualmente debido a la competencia y a la guerra de precios, la variabilidad del producto, el aumento de la calidad y la disminución de los tiempos de entrega se aplica un concepto

denominado ingeniería concurrente en el cual todos los departamentos implicados en un producto (Diseño, compras, ventas, fabricación.) deben intervenir en su concepción de manera paralela. El ingeniero de organización como elemento de ligazón de estos departamentos debe conocer cada parte de este todo y por tanto los métodos de fabricación (Gazcón, 2012; Ismail, 2008; Rodríguez.o & CORUGEDO.A, 2005).

Desde la proyección, un proceso tecnológico de maquinado para fabricar una pieza resulta una actividad compleja. Se requiere escoger dentro de la amplia gama de métodos de elaboración existentes, aquellos que aseguren las exigencias de exactitud y eficiencia en el funcionamiento y al propio tiempo lograr que los procedimientos de maquinado escogidos sean los más racionales y económicos de acuerdo con las condiciones de producción dadas (Ullman, 2010).

Con la automatización de los procesos y la informática en todas las esferas de la producción en la rama de la mecánica se reducen considerablemente los tiempos de producción, se mejora la productividad, aumenta la calidad y la uniformidad del producto. Teniendo en cuenta la automatización del proceso de fabricación de la pieza se disminuyen considerablemente los tiempos de fabricación así como los costos por mano de obra y aumenta la calidad del producto final comparándose con métodos convencionales, teniendo consigo un destino de servicio satisfactorio (Cooper, 1998).

En los procesos de manufactura se deben tener en cuenta los aspectos técnicos económicos del producto que juega un rol fundamental mediante el desarrollo de cada uno de los procesos en cada una de las industrias y específicamente en la industria mecánica, no siempre el diseñador llega a una solución lo más acertada posible debido a la carencia de los equipos de medición en cada una de las empresas productoras de piezas de repuesto que les permita la comprobación de los materiales con los que en realidad contamos [Groover, 1997].

Por todo lo antes expuesto hemos creado una tecnología de diseño y fabricación del eje triturador de frutas de tal modo que se pueda aplicar y generalizar en nuestro país, ya que su adquisición en el mercado es totalmente imposible por la cantidad de años de explotación, realmente está muy cerca de 45 años de su fabricación, aunque es preciso destacar que aún es de mucha utilidad para la empresa y con esta nueva fabricación se podrá cumplir con los planes de producción que le son asignados anualmente.

Lo planteado anteriormente nos conllevó a determinar el siguiente problema: ¿Cómo lograr un diseño y posterior fabricación del eje para el triturador de frutas obteniendo parámetros funcionales y económicos más eficientes? Para ello determinamos como objeto de estudio, el Árbol del triturador de frutas y como campo: la propuesta de una tecnología de diseño y fabricación por maquinado del árbol para el triturador de frutas.

Se hizo necesario declarar como objetivo general: realizar el diseño y posterior fabricación del árbol para el triturador de frutas, teniendo en cuenta el tipo de material adecuado de tal modo que cumpla con las condiciones de trabajo de la pieza.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Descripción del procedimiento para el proceso de fabricación del árbol del triturador de frutas.

Para la propuesta de fabricación del árbol se tuvo en cuenta la Guía para trabajos de curso de tecnología de construcción de (Cordoves, 2000; Ismail, 2008). Se realizó detalladamente una secuencia de pasos a seguir para la fabricación por maquinado con métodos convencionales del eje y proponiendo además códigos de control numérico computarizados (CNC) para un futuro diseño y fabricación de la misma por métodos automáticos.

Selección de la pieza en bruto.

La pieza en bruto se obtendrá a partir de una barra de acero inoxidable AISI 304 de 60 mm de diámetro, debido a la forma del árbol que se va a fabricar y en correspondencia a los esfuerzos que va a ser sometido (Groover, 1997). Figura (1)



**Figura 1. Barras de aceros inoxidables AISI 304**

Selección del material, Acero Inoxidable AIS 304.

El material seleccionado es el acero inoxidable, que es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo, u otros metales aleantes que contiene, poseen gran afinidad

por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro, el factor más importante es, que el árbol pertenece a un molino triturador en la fabricación de conservas, lo cual es obligado trabajar con este material por las características que presenta y es el indicado para trabajar en las industrias alimenticias (Groover, 1997)

Dimensiones Principales mm		Cargas básicas Kg	Límite de velocidad con lubricación	de	Peso Kg
d	D	B,2B CO	C	grasa aceite	1,40
60	110	36.5 6300	6550	3800	5000

**TABLA 1. Cojinete de rodamiento 3212 (Autores, 2011; Brushtein & Dementiev, 1987).**

Modelación del árbol y sus componentes.

Para realizar el análisis estructural del árbol se utilizó el SolidWorks 2014, para realizar un posterior análisis por el método de elementos finitos.



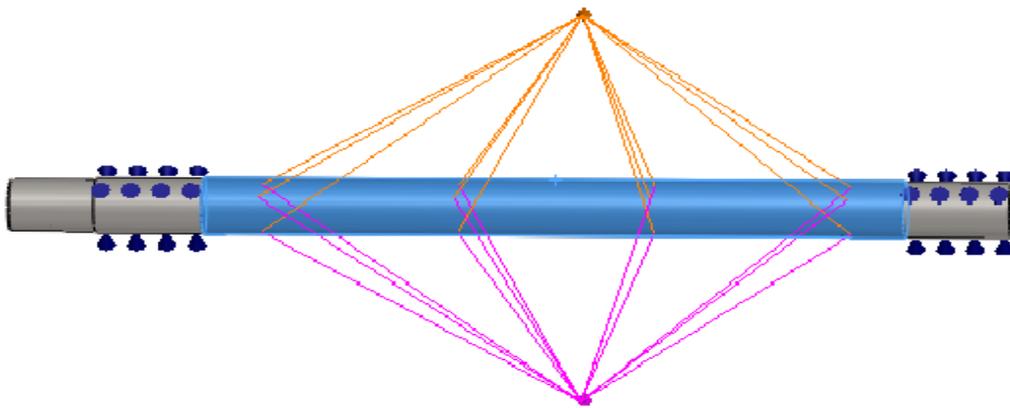
**Figura. 2. Modelo del árbol del molino triturador (SolidWorks 2014).**

Cargas y restricciones

Para simular las cargas que ejerce el producto sobre las cuchillas se aplicó una carga remota a la distancia donde las cuchillas impactan con el producto, la cual da como resultado el

momento torsor que genera el motor cuando está en funcionamiento, este se obtiene midiendo la potencia del motor y la frecuencia de rotación. El árbol tiene dos rodamientos de bola 3212, de dos hileras de bolas, los que se indican en la figura. En el primer escalón él tiene 55 mm de diámetro y 80 mm de longitud, en el segundo escalón tiene 100 mm de longitud y 58 mm de diámetro, en este van ubicados uno de los dos rodamientos, las cargas se centran en las cuchillas que ven en el centro del árbol, distribuyéndose en una longitud de 650 mm y un diámetro de 60 mm, en el último escalón va el otro rodamiento.

Las cargas son de 300.5 N.



**Figura. 3. Zonas donde se encuentran las cargas. (SolidWorks 2014)**

## **VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS**

### Resultado de las tensiones

En la figura 1 se muestra el estado tensional al que se encuentra sometido el árbol, en este análisis se ve, donde se encuentran las tensiones máximas, estas tensiones se van a comparar con el límite elástico, el cual tiene un valor de 206.807 MPa, siendo estas tensiones menores que el límite elástico, por lo que el material del árbol, acero inoxidable AISI 304, es factible para la fabricación del este.

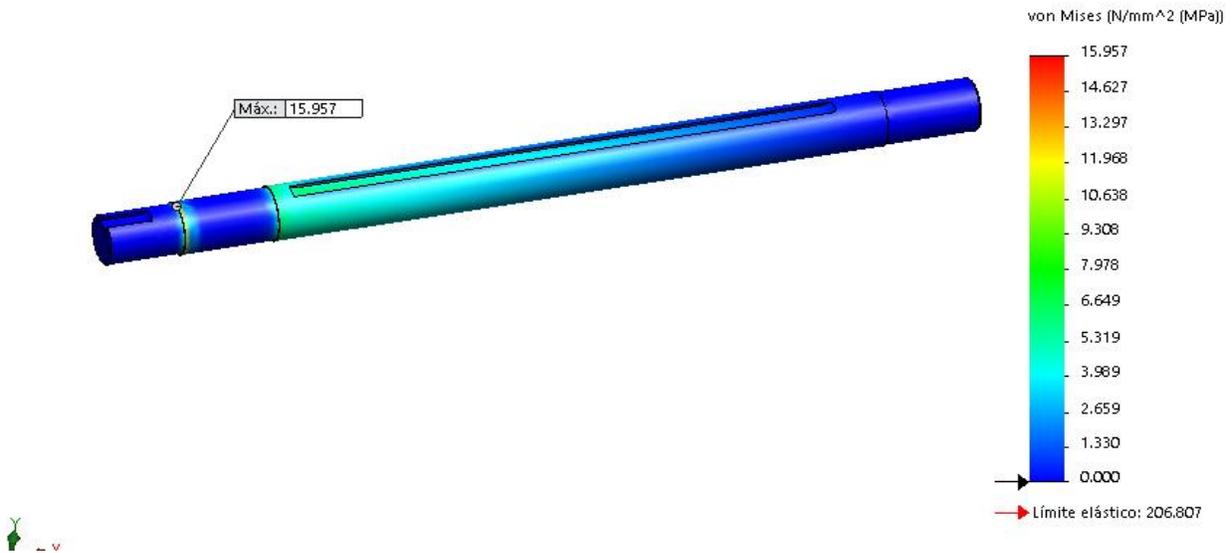


Figura 4 Máximas tenciones de von Mises. (SolidWorks 2014)

### Resultado de los desplazamientos

Los desplazamientos se obtuvieron para las máximas revoluciones en el software SolidWorks 2014, son resultado de fuerzas radiales, producto del peso de la las cuchillas y del peso de los productos. Su valor es de 0,001 mm, ver figura 5.

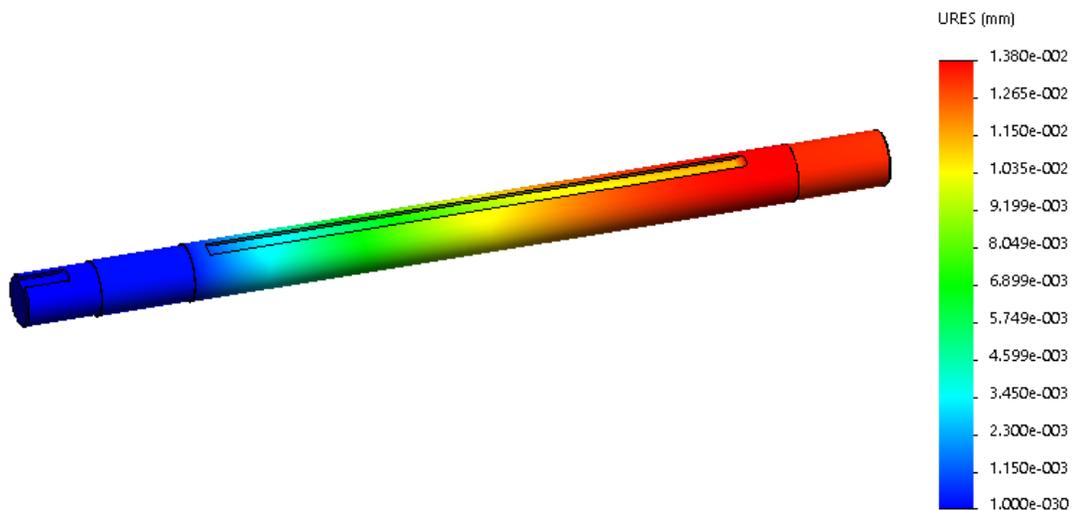


Figura 5. Resultado de los desplazamientos (SolidWorks 2014)

### Resultado del factor de seguridad

El factor de seguridad se determinó para las mínimas revoluciones por el software SolidWorks 2014, al hacer el análisis del factor de seguridad y ver que es tan elevado decimos que la pieza resiste sin tener que hacer ningún cambio, ver figura 6.

FDS=13

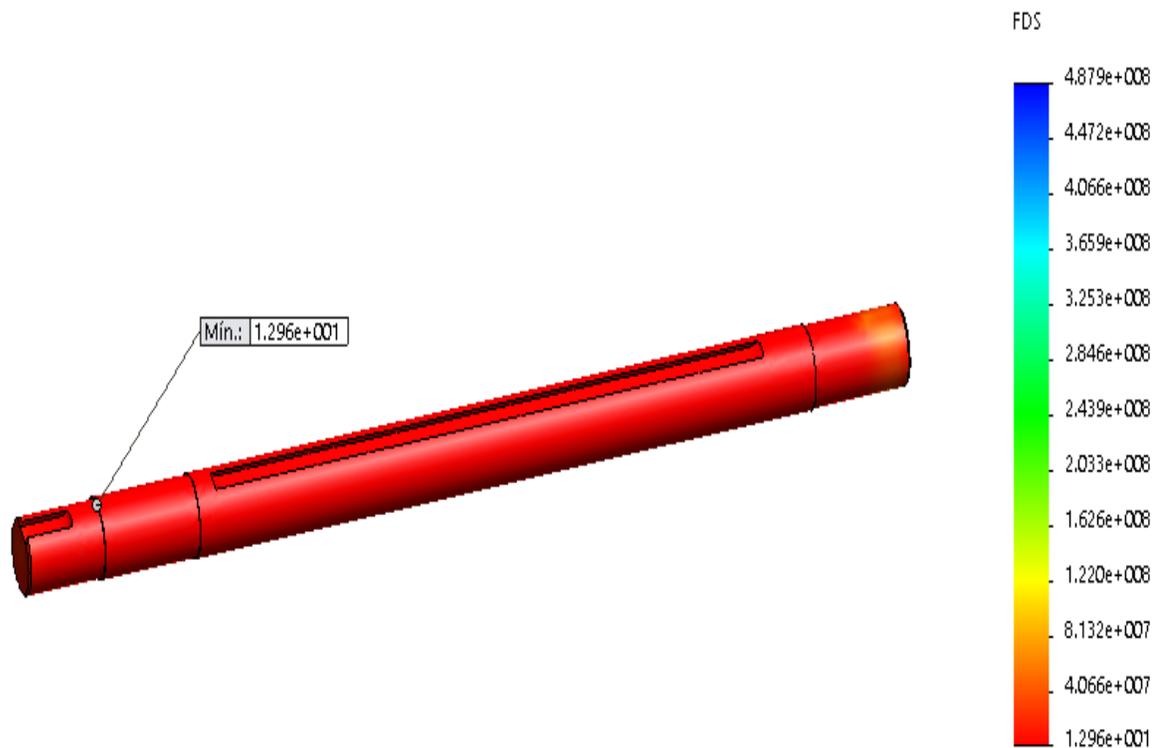


Figura 6. Resultado del factor de seguridad (SolidWorks 2014).

### Resultados del análisis con el software KISSsoft 2014

Para el análisis realizado con el software de diseño de construcción de maquinaria KISSsoft 2014, se tuvieron en cuenta las tensiones de referencia (tensiones de von Mises), los desplazamientos resultantes así como el cálculo de la vida útil de los rodamientos.

### Resultado de los desplazamientos

Como el árbol está sometido a flexión, los desplazamientos van a ser mayores donde sea mayor la distancia de los apoyos, estos tienen un valor de 0.28 mm lo cual no superan el

mm, ver figura 7.

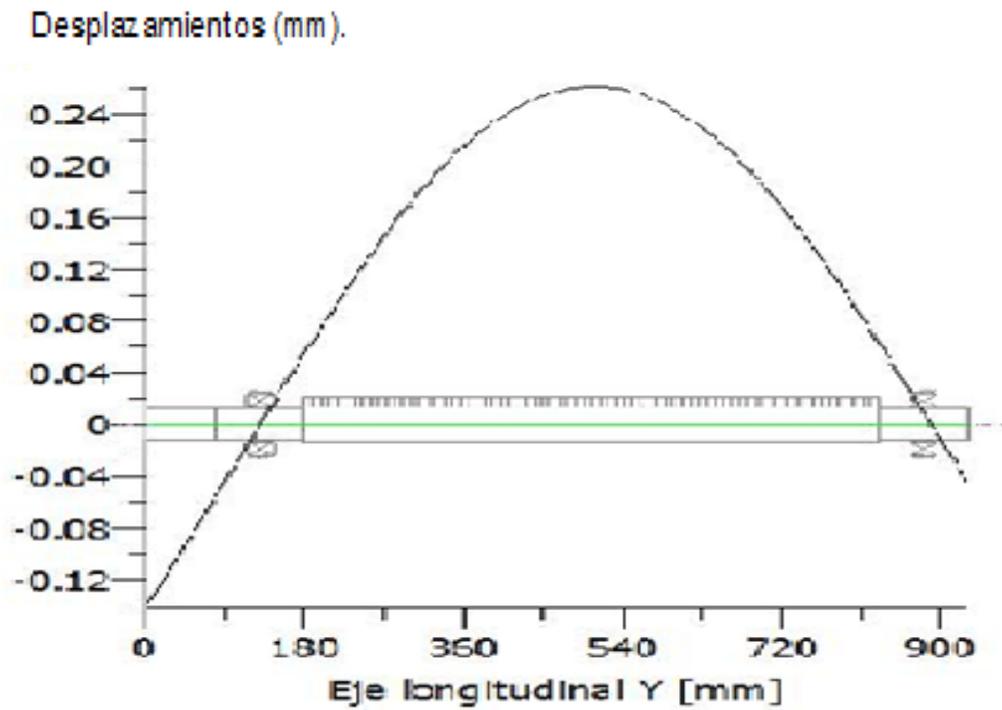


Figura. 7. Resultado de los desplazamientos. (KISSsoft 2014)

Resultado del grado de utilización.

En la gráfica se muestra que a la distancia de 540 mm es donde va a resistir las mayores sollicitaciones el árbol, ver figura 8.

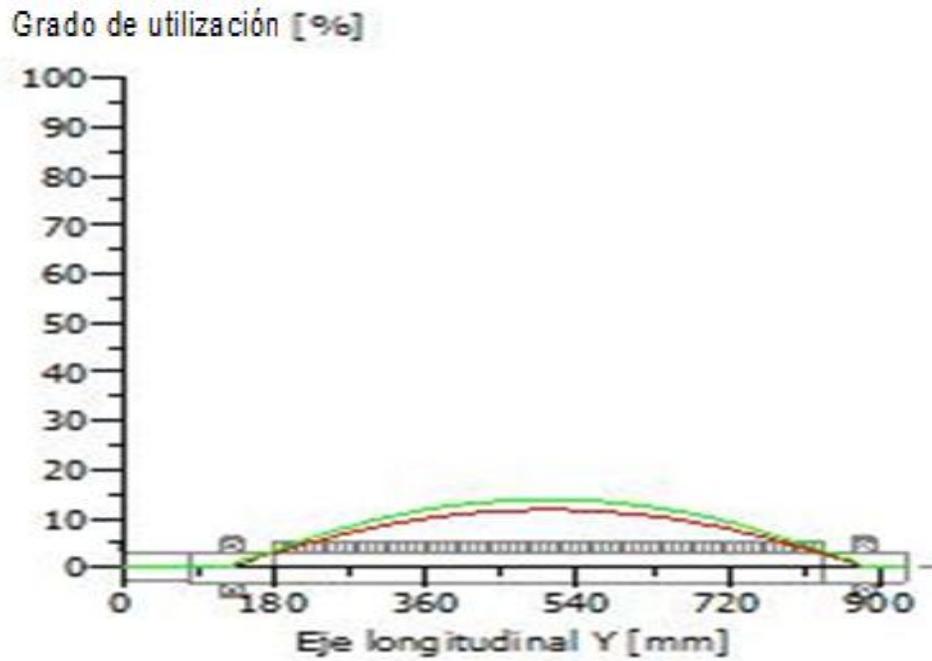


Figura 8. Resultado del grado de utilización (KISSsoft 2014)

Resultado de los momentos.

Los momentos van a ser mayores en las distancias medias entre los apoyos. Ver figura 9.

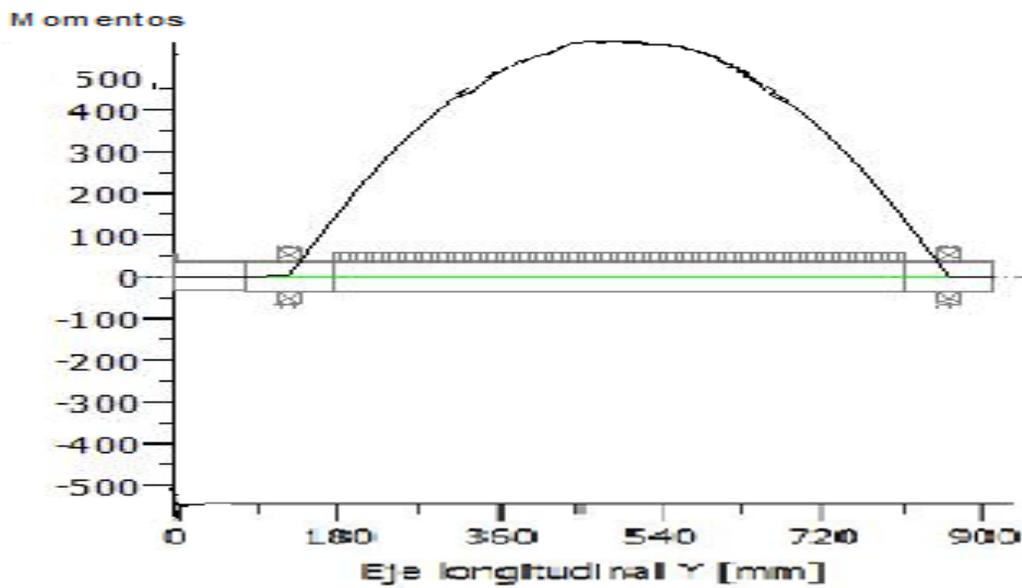


Figura 9. Resultado de los momentos (KISSsoft 2014)

## CONCLUSIONES

- 1- Los resultados del estudio de los rodamientos se obtuvieron mediante el software KISSsoft 2014, estos van a estar sometidos a esfuerzos en el árbol y van a soportar pequeñas cargas axiales.
- 2- La vida útil que se les va a exigir es de 112657 horas. (Mott, 2010).
- 3- Se obtuvo el diámetro mínimo al que el árbol puede resistir.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. Autores, C. D. (2011). *El torno. Proceso Tecnológico II*.
2. Bouaziz, Z., & Masmoudi, F. (2006). Núm. 1). "Manufacturing simulation: Computer Aided Tolerancing for Process Planning". *International Journal of Simulation and Modeling. Francia, Núm. 1. Vol. 5, 5-15*.
3. Brushtein, B., & Dementiev, V. (1987). *Manual del Tornero* (P. y. Educación Ed.). La Habana.
4. Cooper, A. G. K., S. ( 1998). *Automated Fabrication of Complex Molded Parts Using Mold SDM* (Vol. 721-728 ).
5. Cordoves, A. (2000). *Fundamentos de la teoría del basamento*, Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
6. Curran, R., Chou, S., & Trppey, A. (2008). *Collaborative Product and Service Life Cycle Management for a Sustainable World* Springer. 603.
7. Gazcón, A. A. (2012). *Tecnología de fabricación del árbol de la bomba de aceite 4310-3407200 pertenecientes a camiones KAMAZ*. (Trabajo de diploma), Universidad de Granma, Bayamo.
8. Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, Procesos y Sistemas* (Primera edición ed.): Prentice-Hall Hispanoamerica, S.A.
9. Ismail, N. (2008). Manufacturing process planning optimisation in reconfigurable multiple parts flow lines *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 31*
10. Rechetov, D. N. (1976). *Atlas de Diseño de Máquinas*. 1976.
11. Rodríguez, O., & CORUGEDO, A. (2005). *Dibujo Aplicado para Ingenieros*
12. Ullman, D. G. (2010). *The Mechanical Design Process* (Fourth Edition ed.). New York: McGraw-Hill.