

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN SOCIAL**

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**

**Programa de Desarrollo Local y Fortalecimiento del Tejido Social**



**ITESO**

Universidad Jesuita  
de Guadalajara

**“2E05 San Pedro Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos”**

**“Trituración y aprovechamiento del lirio, San Pedro de Valencia”**

**PRESENTA**

Lic. En Ingeniería Mecánica. Fernando Monroy Morales

Profesor PAP: Héctor Morales Gil de la Torre, Jesica Nalleli de la Torre Herrera  
Tlaquepaque, Jalisco, julio de 2017.

## ÍNDICE

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.	2
Resumen	2
1. Introducción	4
2. Desarrollo	10
3. Conclusiones	16
4. Bibliografía	17
5. Anexos	18

## REPORTE PAP

### **Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional**

Los Proyectos de Aplicación Profesional son una modalidad educativa del ITESO en la que los estudiantes aplican sus saberes y competencias socio-profesionales a través del desarrollo de un proyecto en un escenario real para plantear soluciones o resolver problemas del entorno. Se orientan a formar para la vida, a los estudiantes, en el ejercicio de una profesión socialmente pertinente.

A través del PAP los alumnos acreditan el servicio social, y la opción terminal, en tanto sus actividades contribuyan de manera significativa al escenario en el que se desarrolla el proyecto, y sus aprendizajes, reflexiones y aportes sean documentados en un reporte como el presente.

### **Resumen**

El presente proyecto se llevó a cabo con el objetivo de extraer el lirio de la presa de San Pedro de Valencia, buscando favorecer las condiciones del agua y así lograr la supervivencia de los seres vivos; los cuales habitan en la presa. Creando una imagen más limpia a la zona, para con ello atraer el turismo, y aprovechar el lirio para la industria. También contribuye generando empleos e ingresos para sostener el proyecto. La trituración del lirio es aprovechada y transformada mediante un sistema de extracción y trituración mecánica que consta de una banda transportadora y una trituradora.

Se logró hacer un diseño funcional de una máquina trituradora de doble eje. Se determinó el tipo de acero que utilizará la trituradora para evitar el desgaste de la oxidación que puede generar al triturar el lirio. Se diseñó suponiendo una fuerza cortante mayor a la del lirio para evitar deformaciones y fallas de la máquina. El diseño de la trituradora se llevó a cabo mediante el programa "SOLIDWORKS

2016" herramienta que ayudó a los cálculos y simulación del ensamble. Se propusieron diseños y tipos de banda para facilitar la extracción del lirio.

Finalmente se concluyó que el proyecto es rentable y se podrá usar en lagunas, presas, lagos y ríos para favorecer otras áreas de México y generar empleos.

## **Abstract**

The present project was carried out with the objective of extracting the lily from the San Pedro dam of Valencia, seeking to favor the conditions of the water and to achieve the survival of the fish, which inhabit the dam. Creating a cleaner image of the area, in order to attract tourism, and make a profit of the lily for the industry. It also contributes generating jobs and income to support the project. The shredding of the lily is harnessed and transformed by a system of mechanical extraction and shredding that consists of a shore conveyor and a shredder.

It was possible to make a functional design of a double shaft shredder. The type of steel used by the shredder where determined to avoid the wear of the oxidation that can be generated by crushing the lily. It was designed assuming a shear force greater than that of the lily to avoid deformations and machine failures. The design of the crusher was carried out using the program "SOLIDWORKS 2016" tool that aided the calculations and simulation of the assembly. Shore conveyors designs and types were proposed to facilitate lily removal.

Finally, it was concluded that the project is profitable and can be used in lagoons, dams, lakes and rivers to favor other areas of Mexico and generate jobs.

## 1. Introducción

El siguiente proyecto representa una forma de aprovechamiento del lirio. El proyecto será ejecutado en la presa de San Pedro de Valencia ubicada a aproximadamente 45km de la ciudad de Guadalajara, al sur del pueblo de San Isidro de Mazatepec en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco.. En La presa de Valencia abunda el lirio. El cual da una mala imagen, emite olores desagradables y afecta la vida acuática de la presa. Actualmente se extrae el lirio manualmente de la presa y se quema a las orillas, esto también provoca malos olores, contaminación ambiental y la mala imagen del lago. Pero ¿Por qué no darle un mejor uso a ese lirio? ¿Por qué no se aprovechan las propiedades que tiene el lirio para hacer del lirio un negocio y un ingreso extra para los locatarios?

La extracción del lirio es complicada, una planta de lirio absorbe alrededor de 2-4 litros de agua, esto lo hace mucho más pesado y difícil de extraer. El lirio también se reproduce rápidamente, duplica su tamaño en menos de 15 días, esto hace que los trabajos de extracción del lirio sean inservibles. Pero hay maneras de controlar el lirio, manteniéndolo compacto evitar la reproducción masiva para así poder extraerlos en menor tiempo.

Tiene muchas propiedades que pueden ayudar a la industria agropecuaria, ambiental, hacer biocombustibles y para fabricar cartón. Si el lirio de la presa de Valencia no contiene metales pesados en sus raíces se podría utilizar como composta para sembradíos aledaños de la presa. Triturando y utilizando lombricomposta para acelerar el proceso de descomposición, aprovechando las grandes cantidades se puede vender a los agricultores y así evitar la extracción de tierra fértil de los cerros.

Otra cualidad que tiene el lirio es que es muy absorbente. Es una planta muy porosa lo que hace que absorba contaminantes. Triturando y secándose puede ser utilizado para absorber contaminantes en el suelo o si se envuelve en una

membrana se puede utilizar para derrames de petróleo u otros contaminantes en el agua. La gran ventaja es que se puede exprimir y volverlo a utilizar.

Para poder sacar el lirio se puede hacer o rentar una banda transportadora y una trituradora para hacer más fácil el traslado, descomposición y secado de la planta. Con un equipo de la carrera de ingeniería mecánica, ingeniería civil, ingeniería ambiental e ingeniería química se podría lograr.

Aprovechando las direcciones del viento se podría almacenar y compactar el lirio para extraerlo con una banda transportadora, de esta que se deposite en la trituradora y llevarlo a un terreno para determinar qué provecho se le dará al lirio. Diseñando la banda y la trituradora especialmente para el uso que se les va a dar, el costo podría bajar en lugar de comprarlas o rentarlas. El lirio es una plaga en todo México como en otros países del mundo, esto significa que siempre habrá lirio en los lagos, siempre habrá negocio.

Los locatarios de la presa no se dan cuenta de esto, ellos tienen la idea que el único negocio es la pesca, pero tenemos que ver más allá de la pesca. El pueblo necesita un ingreso, la pesca ya no es suficiente. Al quemar el lirio es como quemar el dinero. Con la tecnología que existe hoy se puede hacer un negocio del lirio y no desperdiciar la oportunidad que se está presentando.

El objetivo general del proyecto es, diseñar, calcular y construir un sistema que consta de una trituradora y una banda transportadora para la extracción del lirio para su aprovechamiento y eliminarlo de la presa para mejorar las condiciones del agua y favorecer la supervivencia de los peces para reactivar la pesca en la zona. Dividiendo dicho objetivo en los siguientes de forma específica.

- Diseñar una trituradora robusta y duradera.
- Seleccionar el material de las cuchillas.
- Calcular la fuerza de la cuchilla para triturar plástico. (Fuerza mayor al lirio)

- Seleccionar los materiales y costos de la trituradora.
- Proveer de opciones para una banda transportadora.
- Determinar opciones para el uso del lirio una vez triturado.

Para la justificación hubo un enfoque en el propósito principal que se pidió en el PAP, el cual nos solicita una manera de extraer el lirio de la presa para favorecer la reproducción de los peces y reactivar la pesca en la presa. Pero no estaba claro que se le iba a hacer al lirio, si tirarlo, quemarlo o la mejor opción aprovecharlo. La idea surgió investigando los beneficios de la planta del lirio y en que se pueden utilizar. El lirio es una planta muy absorbente por lo cual se le puede sacar un provecho para beneficiar al pueblo de San Pedro y así generar un ingreso extra.

El proyecto consiste en 2 etapas, la más importante, la que se está desarrollando, es diseñar una trituradora con motor eléctrico para empezar a triturar el lirio y evitar que se esté acumulando en las orillas de la presa y que se degrade rápidamente aun sin darle provecho. La segunda etapa consta de diseñar una banda con motor eléctrico para facilitar la extracción del lirio y que el lirio caiga directamente en la trituradora. Mientras estos dos se desarrollan un grupo está investigando si el lirio no contiene metales pesados para decidir en que se podrá utilizar el lirio.

Actualmente se está diseñando la trituradora de lirio de doble eje con motor eléctrico. Esta trituradora estará montada en un remolque para que sea más fácil transportarla alrededor de la presa. Viendo imágenes de trituradoras obtuve ideas para diseñar una que cumpla con las expectativas y sea lo suficientemente robusta y resistente que si una piedra llega a entrar no tenga problemas en triturar y no dañarse.

Ya que el diseño quede terminado se mandará a fabricar y se empezará con el

diseño de la banda para acelerar el proceso de extracción. la banda estará montada en un remolque al igual que la trituradora para facilitar el traslado de punto a punto en la presa.

El conjunto de estas dos máquinas serán efectivas, rápidas y acabará con el problema del lirio. Después se podrán utilizar en otras presas del país y así sustentar el gasto de la fabricación.

"La empresa Tecnológica Especializada en el Medio Ambiente (TEMA) elabora, con lirio acuático, una fibra que puede emplearse en la atención de derrames y en el reciclaje de sustancias orgánicas o industriales, esta alternativa productiva permite controlar el exceso de lirio en los cuerpos de agua mexicanos." (Copyright, 1996-2017)

Triturar el lirio dentro del agua tiene consecuencias graves, por eso se optó por hacerlo por tierra. "Como resultado de esta tendencia, se recurre a la trituración y hundimiento del lirio como método de control por ser una solución rápida y económica; aunque no es la mejor alternativa para el ambiente, pues tiene consecuencias nocivas para los cuerpos de agua: ríos, lagos, lagunas y presas, además genera gases de efecto invernadero.

"El lirio está presente en prácticamente todos nuestros cuerpos de agua, en muchos de los cuales la pesca es la actividad primaria, como en Pátzcuaro (Michoacán), Yuriria (Guanajuato), Valsequillo (Puebla) o Chapala (Jalisco), en donde el hundimiento de la planta provoca la muerte de los peces, pues el proceso natural de descomposición del lirio agota el oxígeno del embalse". (Copyright, 1996-2017)

Aunque los locatarios prefieren que el lirio se tritura o se hunda por ser el método más rápido no es el ideal. Este método trae consecuencias graves para el cuerpo de agua, aumentando los sedimentos en el fondo de la laguna y disminuyendo la capacidad de almacenamiento de esta misma. Así mismo la fauna marina la fauna



se ve afectada ya que el lirio triturado acaba con el oxígeno del agua. También contamina el medio ambiente emitiendo gases invernadero cuando está en descomposición al fondo de la laguna.

## **Marco Teórico**

Se consultaron revistas científicas, tesis y artículos que pudieran contribuir al tema de “Extracción y aprovechamiento del lirio” Posterior a la investigación se encontró la primera definición de mi marco teórico la cual dice “El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una planta libre flotadora miembro de la familia de las Pontederiaceae, que ocupa un lugar sobresaliente entre las comunidades de hidrófitas de agua dulce de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Los lóbulos de la flor presentan tonalidades que van del color morado a lila y al azul claro, destacando en el lóbulo superior central una mancha de color amarillo.” (Miranda A., María Guadalupe y Lot Helgueras, Antonio, 1999)

“El lirio se reproduce con rapidez porque es parte de su naturaleza, cierto. También, porque los humanos le ayudamos. Investigadores que le han seguido el rastro han observado que, en aguas contaminadas, prospera como hongos en tiempo de lluvia.” (Durán, 2015). Hay una cuestión muy importante que comenta dicho autor Durán y varios, que el lirio toma lugar en casi todos los lagos, como nos comenta la Comisión nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), existe alrededor de 70,000 hectáreas. La mayor parte de las plagas son creadas por el hombre, por falta de cuidados en dicha biodiversidad.

Acercándonos a la metodología se encontró lo siguiente “Los métodos de control que se han utilizado hasta hoy, además de no haber resuelto el problema, han contribuido al deterioro ambiental. El presente escrito describe el impacto económico y social de estas especies y plantea una metodología que puede asegurar un control eficaz y sustentable.” (Martínez, 2014)

Integrándonos al proceso desarrollado se encontró que “El Programa se aplicó en 13 cuerpos de agua del país, donde se implementaron tecnologías de cobertura amplia como el control mecánico por trituración y el control químico (Gutiérrez *et al.*, 1994). Una vez que se redujo la cobertura de la maleza fue necesario establecer actividades de mantenimiento, indispensables para que el espejo de agua se conserve libre de malezas.” (Martínez, 2014).

### **Banda transportadora.**

Según Brunssen la definen como “Una cinta transportadora o banda transportadora es un aparato para el transporte de objetos formado por dos poleas que mueven una cinta transportadora continua. Las poleas son movidas por motores, haciendo girar la cinta transportadora y así lograr transportar el material depositado en la misma.” (Brunssen, 2005).

### **Trituradoras.**

Para definir lo que es una trituradora se encontró lo siguiente:

Una trituradora es una máquina utilizada para procesar materiales con la finalidad de obtener trozos más pequeños de los mismos. Al proceso en el que se usan las trituradoras se le conoce como trituración o triturado. Las trituradoras tienen múltiples usos, por ejemplo en el campo de la agricultura se pueden usar trituradoras que se encargan de triturar, procesar y machacar plantas, frutos y hierbas recogidos en el campo. En el área de la minería, las trituradoras se utilizan para triturar piedras y demás materiales sólidos. (Shanghai, 2017)

Teniendo claro los conceptos que se acaban de resumir podemos proceder con la metodología que se empleara en dicho proyecto. El proyecto tiene como objetivo funcionar de una manera sencilla y amigable con cualquier persona que lo quiera operar. La banda y la trituradora funcionan en conjunto, es decir la banda transportara el lirio de la laguna

hacia la trituradora para así ser demolido y manualmente retirado del sitio con palas. Puede ocurrir que el lirio no suba por la banda, esto necesitará ayuda de alguna persona para facilitar la alimentación del lirio a la banda.

## 2. Desarrollo

### Metodología

Los pasos realizados para llevar a cabo el proyecto fueron los siguientes:

1. Visitar el área para entender de mejor manera la problemática y así



*Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 1: Lirio en la presa de San Pedro de Valencia.*

encontrar mejores soluciones: Se visitó la presa de San Pedro de Valencia en compañía del grupo del ITESO, el Sr. Chayo y el delegado del pueblo. Se tuvo una charla de los problemas que sufrían los locatarios y las urgencias que tenían para mejorar la imagen del pueblo y retomar el turismo y la pesca.

2. Investigación acerca de las opciones para eliminar el lirio de la presa:

Se obtuvo una gran cantidad de información de los casos que han tomado ciertos gobiernos para eliminar la plaga del lirio en diferentes regiones del país. En estas se usaron varias técnicas, algunas efectivas, otras no tanto. De esta información se descartaron varias opciones debido al alto costo y al impacto ambiental que generan, tales como usar pesticidas o el hundimiento del lirio.

3. Selección del proyecto ideal para San Pedro de Valencia: Se determinó diseñar una banda transportadora y una trituradora de doble eje para retirar el lirio de la presa. Se optó por esta opción debido al uso que se le puede dar al lirio y los beneficios que puede tener en un futuro como generar empleo y sustentar el proyecto.

4. Diseño de la trituradora de doble eje: Consultando videos y páginas de internet se llevó a cabo el diseño de la trituradora. Para seleccionar el material de esta se consultó opiniones de maestros del ITESO, así como algunas tesis. Debido a que estará en contacto con el agua el material tendrá que llevar un proceso de galvanizado para evitar la oxidación.
5. Cálculo de costos: Para el cálculo se utilizaron varias páginas de internet para cotizar materiales y partes tales como mcmaster.com, aceroscoyote.com, lapaloma.com, entre otras.

### Opciones de bandas costeras

La banda transportadora costera está diseñada especialmente para extraer cualquier tipo de maleza de un cuerpo de agua. Existen varios tipos, medidas, colores, marcas y precios. Los precios de estas bandas rondan entre \$1,000,000 de pesos a \$50,000 pesos. Debido a que los precios son elevados la intención será fabricar una banda para reducir el costo y ajustarla a las necesidades del proyecto.

La ventaja que se tendría al fabricar una banda con un diseño óptimo para el proyecto es la reducción del costo a comparación de adquirir una de fábrica. Otro punto a favor es el que se podrá hacer el diseño específico para cumplir las



*Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 2Banda Transportadora Costera*

necesidades del proyecto. Esto a la vez tiene desventajas, las refacciones para una banda hecha son difíciles de conseguir.

Existen varias marcas en el mercado, las más populares son AQUAMARINE, INLAND LAKE HARVEST INC. y ACUARIUS SYSTEMS.

## **Material**

Se calcularon los esfuerzos que se pudieran tener y se determinó el material adecuado para el mejor funcionamiento de la máquina.

Para las siguientes piezas (ilustración 1 cuchilla e ilustración 2 Cuerpo de la máquina) se utilizó el acero SAE 1020 debido a sus propiedades mecánicas que favorecen para el uso que tendrá la máquina. Es recomendable someter a un tratamiento el acero para evitar corrosión, tales como galvanizado o protección catódica, este último es el más recomendado.

Para las barras hexagonales (Ilustración 3 Barra hexagonal) se utilizó acero inoxidable AISI 304 de  $\frac{3}{4}$ . Esto para evitar la oxidación y aprovechando sus propiedades mecánicas y asegurándose que resistirá la torsión que ejercerá el motor y las fuerzas que aplicaran las cuchillas.

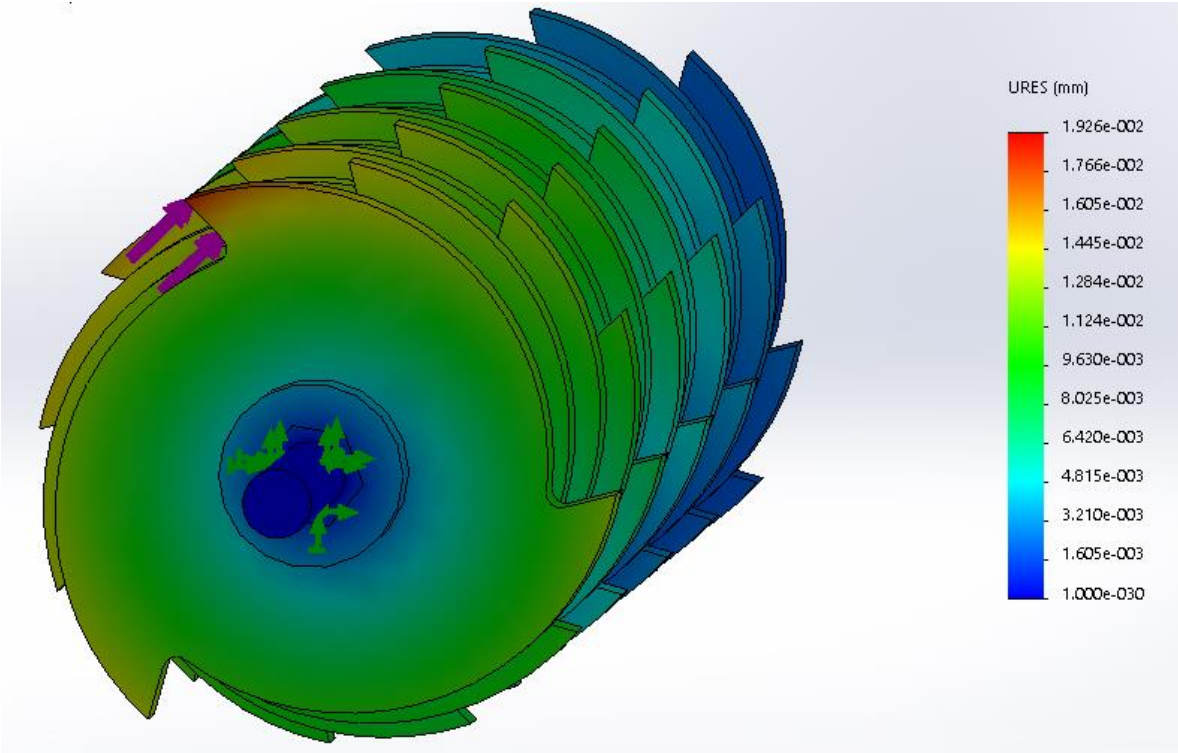
Para las separaciones entre las cuchillas se optó colocar bujes de bronce CDA 844 (Ilustración 4 Bujes de bronce), este material es resistente a la corrosión y muy sencillo de maquinar. También se seleccionó el material debido a que la parte no tendrá ningún esfuerzo.

## **Prototipo de la trituradora**

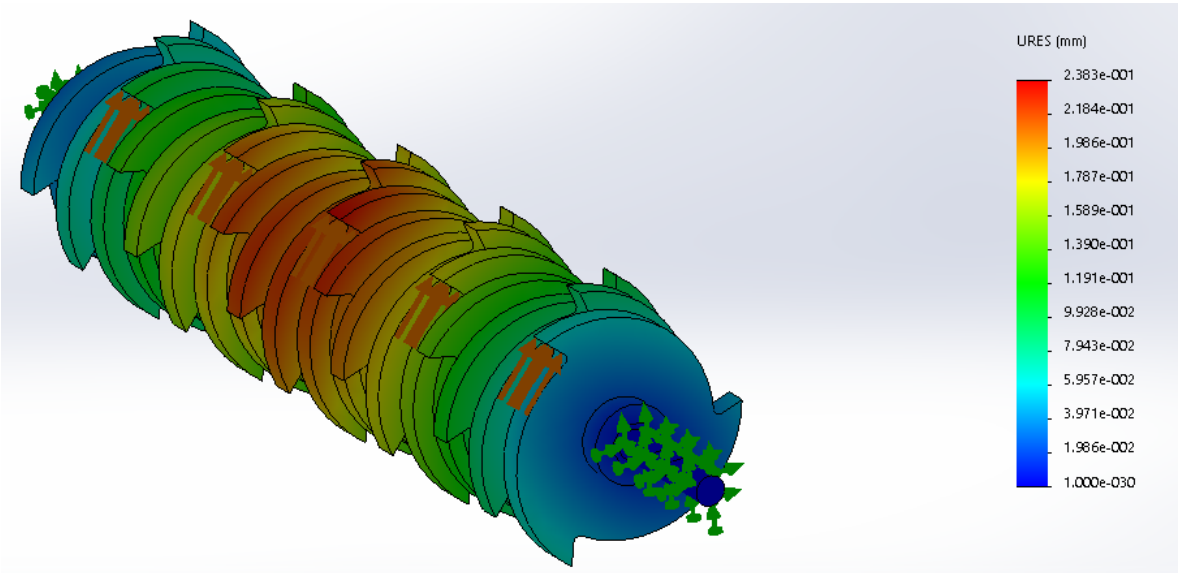
Se logró diseñar un prototipo de una trituradora (Anexo 2), cabe mencionar que cuando se esté fabricando pueden cambiar medidas, espesores, materiales o componentes. Se realizó una investigación exhaustiva para seleccionar los

mejores materiales y componentes adecuados al diseño. Una vez fabricada será más fácil colocarle perfil de acero para crear la base y se monte en un remolque para su transportación. (Ilustración 5 prototipo de la trituradora sin tolva e ilustración 6 Prototipo de la trituradora con tolva)

### Cálculos de fuerza



Cálculo con una fuerza de 1000 N en una cuchilla deformación máxima 1.92e-002mm



Calculo de fuerza de 1000N en las cuchillas que entraran en contacto con el lirio.  
Deformación máxima de 2.38e-001.

### Costo

Material	Cantidad	Precio	Total	Proveedor	Pagina web
Buje de bronce CDA 844 2"x1"x15"	1	\$ 3,347.45	\$ 3,347.45	aceros la paloma	<a href="http://www.lapaloma.com.mx">www.lapaloma.com.mx</a>
acero SAE 1020 .5 " x 5' x 20'	1	\$18,806.00	\$ 18,806.00	aceros murillo	<a href="http://www.acerosmurillo.com.mx/">www.acerosmurillo.com.mx/</a>
chumacera	4	\$ 675.07	\$ 2,700.26	mc master	<a href="http://www.mcmaster.com/#6494k38/=18d9lkm">www.mcmaster.com/#6494k38/=18d9lkm</a>
Engranés	2	\$ 1,029.16	\$ 2,058.32	mc master	<a href="http://www.mcmaster.com/#6325k2/=18d9oig">www.mcmaster.com/#6325k2/=18d9oig</a>
Barra hexagonal acero Inoxidable AISI 304.. 3/4" X 55"	1	\$ 331.76	\$ 331.76	aceros la paloma	<a href="http://www.lapaloma.com.mx">www.lapaloma.com.mx</a>
Motor 10HP	1	\$ 9,531.00	\$ 9,531.00	continente ferretero	<a href="http://www.continenteferretero.com/Motor-Electrico-Trifasico-10-Hp-4-Polos-BridaC-Eficiencia-Nema-Prem_p_13688.html">http://www.continenteferretero.com/Motor-Electrico-Trifasico-10-Hp-4-Polos-BridaC-Eficiencia-Nema-Prem_p_13688.html</a>
reductor de motor	1	\$20,517.50	\$ 20,517.50	Grainger	<a href="https://www.grainger.com.mx/producto/DAYTON-Reductor-Velocidad%2CNom-5%3A1%2CHPEnt-7-50/p/4RP81">https://www.grainger.com.mx/producto/DAYTON-Reductor-Velocidad%2CNom-5%3A1%2CHPEnt-7-50/p/4RP81</a>
Acoplamiento de eje	1	\$ 2,541.90	\$ 2,541.90	mc master	<a href="http://www.mcmaster.com/#59925k94/=18dby80">www.mcmaster.com/#59925k94/=18dby80</a>
		<b>Total</b>	<b>\$59,834.19</b>		

Este cálculo de precios puede variar. Se cotizó productos nuevos, pero se podría conseguir el motor y algunos aceros usados para así bajar el costo de la fabricación de la trituradora. Así mismo se pueden consultar diferentes tiendas para encontrar el mejor precio. No se contempló el costo del maquinado y ensamblado debido a que se tiene pensado elaborarla en el laboratorio de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Educación Superior del Occidente (ITESO) para reducir costos.



### **3. Conclusiones**

Elaborar un diseño funcional es más complicado de lo que puede parecer. Se tiene que realizar una serie de cálculos para seleccionar los materiales y componentes útiles. En el proyecto se tuvo que cambiar varias veces los materiales debido a que no cumplían con los requerimientos que se esperaban obtener al igual que el motor, chumaceras y engranes.

Cumplir con el deseo de los locatarios y el objetivo personal es el propósito del PAP, es por eso que se invirtió el tiempo en elaborar un proyecto funcional que puede generar empleos y ayudar con el medio ambiente, mejorando la imagen del pueblo de San Pedro de Valencia. La presa puede tomar una imagen nueva al eliminar el lirio y sacarle un provecho. Si se logra el cometido, el proyecto podrá migrar a otras presas, lagos y ríos de la república que comparten el problema de San Pedro. Se tiene que tomar en cuenta que no solo San Pedro sufre de la plaga de lirio, existen otros cuerpos de agua peores.

Se recomienda que se siga con el proyecto en los siguientes semestres y así poder lograr las expectativas. Será idóneo contar con un grupo de licenciados en ingeniería mecánica, industrial, química, ambiental y civil para lograr con mayor rapidez los resultados. El proyecto queda en la etapa de diseño al lograr seleccionar el material idóneo para la trituradora. Una vez que se empiece a construir y ensamblar, vendrá el siguiente diseño para colocar la base y esta misma sea colocada en un remolque para su transportación. El proyecto debe continuar con el diseño de la banda transportadora y la fabricación de ambos para empezar a usarlos.

El lirio podrá ser un negocio y dejar de ser un dolor de cabeza para los pueblos pesqueros. Hay una gran cantidad de maneras de sacarle provecho. Se puede

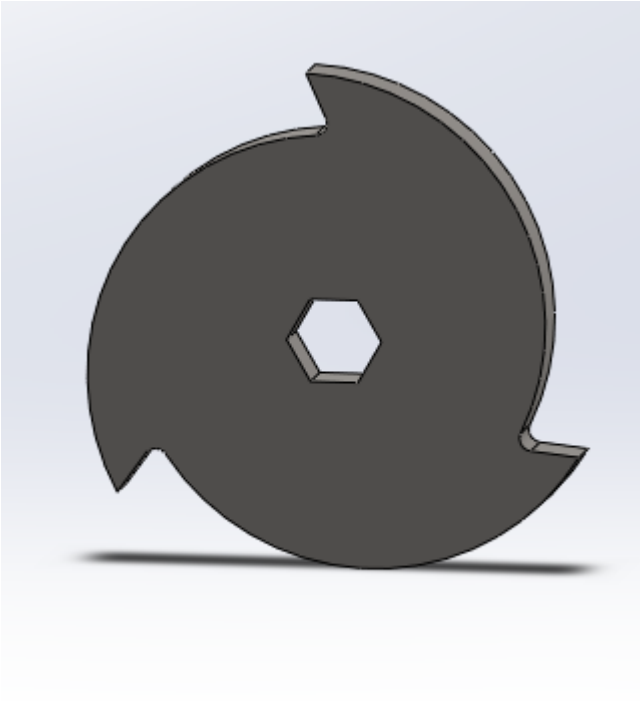
fabricar biodiesel, usar de composta, hacer cartón, como absorbente de derrames en el agua o en tierra, entre otras.

#### 4. Bibliografía

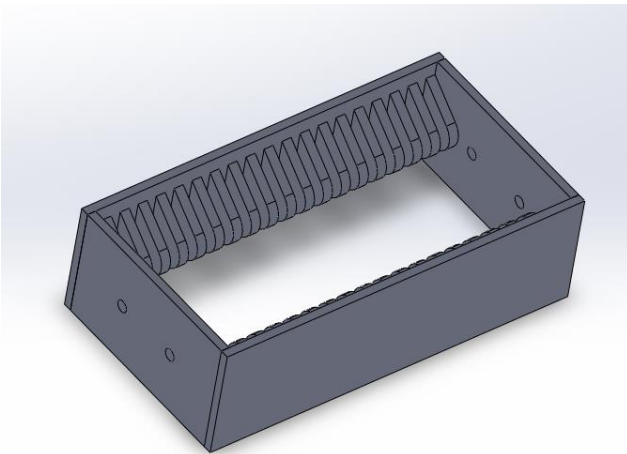
- Brunssen. (2005). Bandas transportadoras Brunssen. 5 de Julio del 2017, de Comercio industrial.net Sitio web: <http://www.comercioindustrial.net/productos.php?id=btrans&mt=bandas>
- Martínez Jiménez, M. 2014. Control biológico de plantas acuáticas exóticas invasoras, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 249-255.
- Miranda A., María Guadalupe y Lot Helgueras. (2017). El lirio acuático, ¿una planta nativa de México?. *Ciencias*, 53, 50-54.
- Thelma Gómez Durán. (2015). Lirio acuático, más que una plaga. 4 de Julio del 2017, de Tec Review Sitio web: <http://tecreview.itesm.mx/lirio-acuatico-mas-que-una-plaga/>
- Trituradora y Molino Zenith Shanghai. (2000-2017). Funcionamiento y características de la trituradora de mandíbula. 30 de Junio del 2017, de Quimi Net Sitio web: <https://www.quiminet.com/articulos/funcionamiento-y-caracteristicas-de-la-trituradora-de-mandibula-2653608.htm>

## 5. Anexos

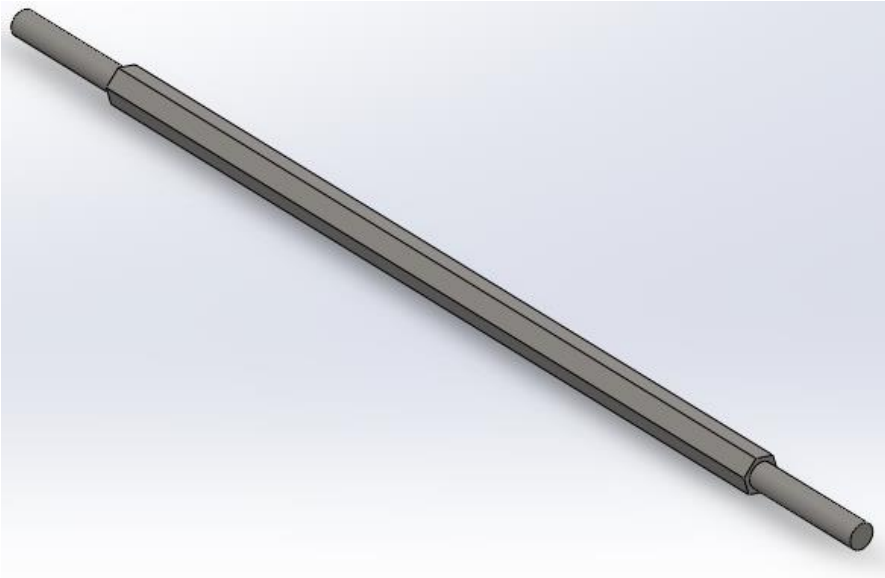
### Anexo 1. Elementos de la trituradora y sus respectivos materiales.



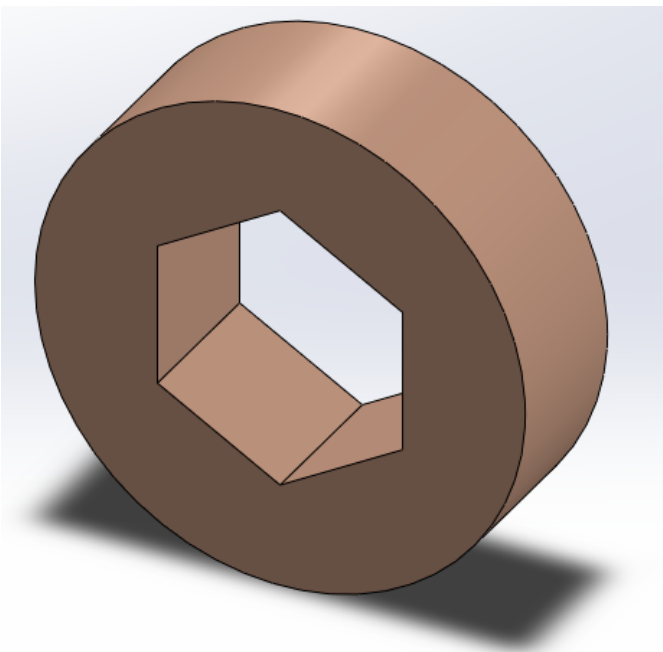
*Ilustración 1 Cuchilla*



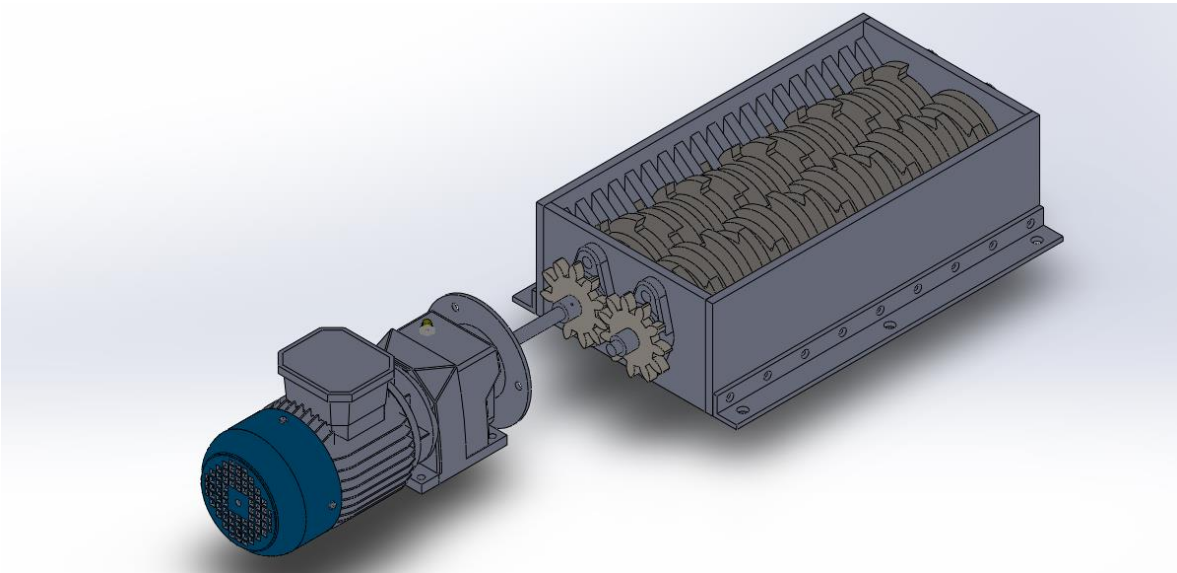
*Ilustración 2 Cuerpo de la máquina.*



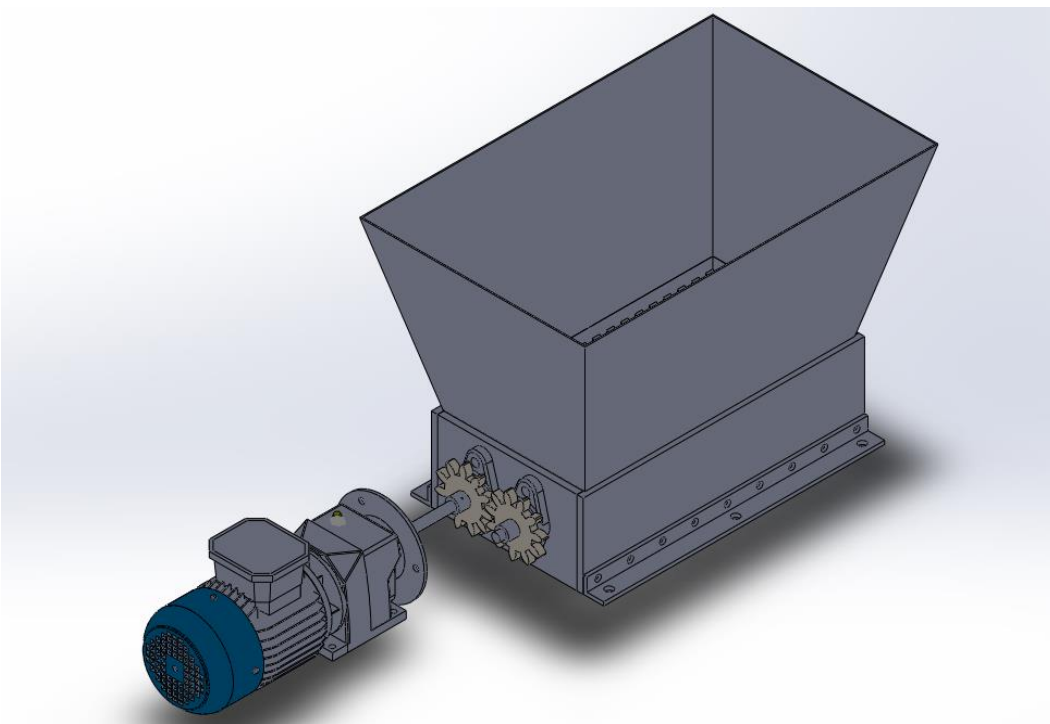
*Ilustración 3 Barra hexagonal*



*Ilustración 4 Buje de bronce. (separador)*



*Ilustración 5 Prototipo de la trituradora sin tolva.*



*Ilustración 7 Prototipo de la trituradora con tolva.*

## Anexo 2. Diseño De La Trituradora

### Cálculo

Cálculo de torque por una cuchilla.

$$T = F \times d \text{ [Nm]}$$

$$T = (F / A_{\text{cuchilla}}) V$$

F= Fuerza estimada de 500N

Acuchilla= Área de la cuchilla

V= Volumen estimado de una planta de lirio

$$T = \frac{500 \text{ N}}{0.02516 \text{ m}^2} \times 0.00557 \text{ m}^3$$

$$T = 110.69 \text{ Nm}$$

Calculo de Torque máximo en toda la maquina

$$T_{\text{max}} = T \times N_{\text{cuchillas}}$$

Tmax= torque máximo

T= torque

Ncuchillas= Numero de cuchillas

$$T_{\text{max}} = 110.69 \text{ Nm} \times (19 \times 2)$$

$$T_{\text{max}} = 4206.27 \text{ Nm}$$

Calculo de potencia del motor

$$P_{\text{max}} = T_{\text{max}} \times \omega$$

$P_{max}$ = potencia máxima

$T_{max}$ = torque máximo

$\omega$ = Velocidad angular

Las revoluciones normalmente usadas para este tipo de máquinas son 16 revoluciones por minuto, por lo tanto,  $\omega=1.68$  rad/seg.

$P_{max}= 4206.29 \text{ Nm} \times 1.68 \text{ Rad/seg}$

$P_{max}= 7066.55 \text{ Watts}$

Conversion Watts a Hp

$P_{max}= 9.47\text{Hp} = 10\text{hp}$