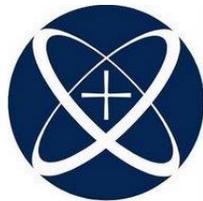


**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

**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”**

**“Trituradora de plásticos para centro de acopio mazatepec”**

**PRESENTAN**

Programas educativos y Estudiantes

Lic. En ingeniería mecánica. Emiliano Martínez Cervantes

Tlaquepaque, Jalisco, julio de 2018

# REPORTE PAP

## ÍNDICE

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.	2
Resumen	2
1. Introducción (¿Qué?, ¿Para qué?, Objetivo)	3
2. Desarrollo (Metodología, Argumentos, Qué hicieron, cómo lo hicieron, qué lograron)	4
3. Conclusiones (Aprendizajes, prospectivas, sugerencias)	5
4. Bibliografía (Formato APA)	6
5. Anexos	7

# 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.

### 1. Introducción

En la actualidad los seres humanos estamos generando cada vez más plástico para la simplificación de las cosas en la vida diaria, sin darnos cuenta de la cantidad de basura que producimos, esto no solo es en las grandes ciudades sino que también en pequeñas localidades como lo es San Isidro Mazatepec la cual es una localidad que está situada en el estado de Tlaxcala (Jalisco), tiene una población de 3665 habitantes (INEGI, 2018).

Este documento representa una forma de valorizar los residuos plásticos con la finalidad de conservarlos como materia prima para evitar que su destino final sea un basurero. Uno de los procesos más utilizados para generar lo mencionado es el reciclado mecánico, donde en este documento se presentara el diseño y cálculo de una máquina trituradora de plástico.

La trituradora de plástico es un anexo del proyecto “Manejo de residuos sólidos urbanos” el cual busca que por medio del desarrollo de un centro de acopio en la

localidad se pueda crear conciencia para generar menos basura y aprovechar de manera económica los residuos sólidos urbanos para desarrollar proyectos que ayuden a la localidad.

## **Marco teórico**

Para comprender de lo que se hablara en el documento en necesario conocer conceptos básicos que fueron muy útiles para el proceso de diseño de la máquina trituradora.

### **Trituradora**

Las trituradoras son máquinas cuya función es recibir un material y transformarlo en pedazos más pequeños del mismo, mediante el aprovechamiento mecánico de la geometría de cuchillas que son accionadas por un motor eléctrico. Las trituradoras tienen distintas aplicaciones como lo son en la minería, alimentos, plantas, para todo aquello que requiera reducir su volumen.

### **Plásticos**

Para comprender el material a triturar se encontró la siguiente definición:

“Los plásticos se llaman a su porque en alguna etapa de su fabricación o de su utilización tiene propiedades plásticas. Pueden ser plásticos una sola vez, o pueden ser tantas veces como se quiera. Los plásticos son: polímero, sintéticos y orgánicos.” (salamanca, 2011)

Es importante resalta que no todos los plásticos son iguales, cada uno tiene diferentes los cuales se representan con la siguiente simbología y se les otorga distintas características y aplicaciones:

SÍMBOLO	USOS	POSIBILIDAD DE SER RECICLADO	SALUD	NOTAS
<b>PLÁSTICO # 1 POLIETILENO TEREFALATO (PET)</b>				
 PET	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botella de agua, refrescos y otras bebidas.</li> <li>• Recipientes de detergente y otros productos para la limpieza.</li> <li>• Botes de crema de aguacate y otros alimentos.</li> </ul>	<p>El PET se puede reciclar para hacer: poliéster para telas y alfombras, relleno para parachoques de autos y fibra para rellenar bolsas de dormir y chaquetas.</p>	<p>No se conocen problemas de salud asociados con este plástico.</p>	<p>El PET es uno de los plásticos más fáciles de reciclar.</p>
<b>PLÁSTICO #2 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)</b>				
 HDPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garrafrones para agua y leche</li> <li>• Recipientes para detergente para ropa, champú y aceite para motor</li> <li>• Botellas de champú</li> <li>• Algunas bolsas de plástico</li> </ul>	<p>Los recipientes de PEAD claros se reciclan fácilmente para crear nuevos recipientes.</p> <p>El PEAD de color se convierte en "madera" de plástico, bordes para césped y jardines, tubos, sogas y juguetes.</p>	<p>No se conocen problemas de salud asociados con este plástico.</p>	<p>El PEAD se recicla fácilmente.</p>
<b>PLÁSTICO #3 POLICLORURO DE VINILO (PVC o V)</b>				
 PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empaques transparentes para alimentos, película de plástico pegajoso.</li> <li>• Botes de aceite para cocinar y de crema de cacahuate.</li> <li>• Tubos de vinilo</li> <li>• Cortinas para la ducha.</li> <li>• Pisos, revestimientos exteriores para casas y marcos para puertas y ventanas.</li> </ul>	<p>El PVC es uno de los plásticos menos reciclables debido a sus aditivos. Al desecharlo se crean sustancias potencialmente dañinas.</p>	<p>Se producen muchas sustancias químicas al fabricar, desechar o destruir el PVC como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plomo</li> <li>• DOA (Di-2-EtilHexil Adipato)</li> <li>• Dioxina</li> <li>• Etileno diclorado</li> <li>• Cloruro de vinilo</li> </ul> <p>Los efectos de la exposición a estos químicos pueden incluir: problemas de aprendizaje trastorno hormonal,</p>	<p>A pesar de que no se conocen problemas de salud asociados con el uso de este plástico, durante su fabricación se producen contaminantes orgánicos.</p>

			cáncer y cambios genéticos.	
<b>PLÁSTICO #4 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)</b>				
 <b>LDPE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bolsas de plástico de alimentos congelados y de supermercados</li> <li>La mayoría de las envolturas de plástico</li> <li>Algunas botellas</li> </ul>	El PEBD no suele reciclarse	No se conocen problemas de salud asociados con este plástico.	A pesar de que no se conocen problemas de salud asociados con el uso de este plástico, durante su fabricación se producen contaminantes orgánicos.
<b>PLÁSTICO #5 POLIPROPILENO (PP)</b>				
 <b>PP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recipientes para sopas, jarabes, yogurt y margarina.</li> <li>Pañales desechables</li> <li>Alfombras para exteriores</li> <li>Cubiertas para casas</li> <li>Recipientes de plástico opacos como biberones y sorbetes.</li> </ul>	El PP no se recicla con facilidad. Los diferentes tipos y grados hacen que sea difícil lograr una calidad consistente al reciclarlo.	No se conocen problemas de salud asociados con este plástico.	
<b>PLÁSTICO #6 POLIESTIRENO (PS)</b>				
 <b>PS</b>	<p><b>Poliestireno Rígido</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cajas para CD</li> <li>Cubiertos desechables</li> </ul> <p><b>Poliestireno moldeado (unicel)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recipientes para comida</li> <li>Empaques</li> <li>Material aislante</li> <li>Cartones de huevo</li> <li>Material aislante para edificios</li> </ul>	Es posible reciclar PS pero generalmente no es una posibilidad económicamente viable.	El estireno puede filtrarse del poliestireno. A largo plazo puede actuar como neurotoxina. En algunos estudios realizados en animales se informa de efectos dañinos del estireno en los glóbulos rojos, el hígado, riñones y estómago. El estireno puede ser absorbido por los alimentos y una vez ingerido puede ser almacenado en la grasa corporal.	Cuando sea posible, trate de reutilizar las bolitas de unicel para empacar, y los cubiertos de poliestireno.
<b>PLÁSTICO #7 MEZCLAS (OTROS)</b>				
 <b>OTHER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tapas</li> <li>Recipientes médicos para almacenar</li> <li>La mayoría de los biberones de plástico</li> <li>Botellas de agua de 5 galones.</li> <li>Forro de las</li> </ul>	Los plásticos de mezclas de resinas como los #7 son difíciles, o imposibles, de reciclar.	Los efectos en la salud varían dependiendo de la resina y los plastificadores utilizados para este plástico que con frecuencia incluye policarbonatos.	El número de estudios que documentan los efectos perjudiciales a la salud del BPA está aumentando.

<sup>2</sup> ELIAS Xavier (2009), "Reciclaje de Residuos Industriales", Ed. Díaz de Santos, 2da Edición, España, Pág. 1005

## **“Design for Manufacturing and Assembly” (Fundación Prodintec:)**

El diseño para fabricación y montaje con sus siglas en ingles DMFA, este tipo de diseño fue el que se intentó implementar para obtener el diseño de la máquina trituradora.

DMFA consiste en un conjunto de técnicas y metodologías para la mejora del diseño, o rediseño, de un producto y tienen como objetivo principal mejorar los aspectos de fabricabilidad, montabilidad y costes, respetando las funciones esenciales del producto.

## 2. Desarrollo

El desarrollo del diseño de la trituradora se llevó acabo de la siguiente manera:

1. Siendo parte del proyecto “centro de acopio Mazatepec” se discutió sobre las posibilidades de diseñar una máquina trituradora para su posterior fabricación, lo que fue muy viable y se dio la autorización debido a que el centro de acopio ya está cerca de que comience a operar.
2. Para iniciar con el diseño se hizo una extensa investigación para conocer el campo de trabajo, se investigó sobre los distintos tipos de trituradoras, plásticos y características que conlleva hacer una trituradora de plástico.
3. Tomando en cuenta antecedentes sobre maquinas trituradoras (trituradora de lirio) en un PAP se platicó con la maestra encargada para conocer las fallas que se habían tenido, recomendaciones y adaptaciones para el diseño de una nueva trituradora que fuera más sencilla de fabricar.
4. Tomando en cuenta las recomendaciones de la maestra se tuvo que investigar una forma de hacerlo de la manera más eficiente lo cual fue por medio de DMFA que me hizo ver que eran los aspectos más relevantes en este caso.
5. Se hizo investigación de campo para poder conocer físicamente algunas máquinas trituradoras y poder generar ideas, así como investigar más en internet y ver video de máquinas funcionando, para conocer los detalles y simplificar los cálculos y diseño
6. La seguridad para el operario y fijación de máquina también fue un punto importante para el desarrollo.

7. Se comenzó a utilizar el software Solidworks 2018 para diseñar y ajustar según la información recaudada de las investigaciones y a la vez realizando cálculos para dar las modificaciones necesarias al diseño.
8. Se escogido el material, el moto reductor, la chumacera y el control eléctrico a utilizar, basados en lecturas, investigaciones, y cálculos sobre el diseño de máquinas trituradoras, con apoyo de profesores y compañeros.

Debido a la correcta metodología utilizada se logró obtener un diseño correcto según lo que plantea DMFA los cuales son mejorar los aspectos de fabricabilidad, montabilidad y costes del producto. Esto pensando que en el ITESO se podría proporcionar una máquina de corte laser, lo cual una vez teniendo las piezas cortadas el ensamble es relativamente sencillo debido a que no requiere soldadura ni ningún proceso de manufactura especial por lo que los costos se reducirían, aunque no se pudo llegar a obtener datos de costo del material necesario se cree que se diseñó de la manera correcta para que fuera económica y sencilla.

### 3. Conclusiones

La máquina trituradora es un elemento muy importante para el centro de acopio Mazatepec ya que le dará un valor agregado a los residuos plásticos que facilitara cumplir con las metas planteadas.

El desarrollo de un diseño y cálculo de una tritura de plásticos no fue nada trivial, ya que se requirió hacer una amplia investigación, estudio y cálculos sobre distintos factores que son de gran relevancia para que la fabricación sea de bajo costo y de fácil operación de la máquina.

Se sugiere que se dé continuidad al proyecto principalmente en la parte de la manufactura para asegurar que se pueda realizar en el laboratorio del ITESO, y a

su vez conseguir hacer alguna simulación del modelo de la trituradora para tener una correcta validación sobre el material a utilizar y el diseño. También poder obtener costos de materiales.

Siendo este un proyecto social cabe destacar de los aprendizajes que se obtuvieron a través de eso, la experiencia de poder hacer un diseño que se va implementar para ayudar a las personas de una comunidad me hizo reflexionar sobre mi capacidad y que puedo lograr con ellas para generar un cambio positivo en la sociedad.

En el ámbito personal, se puede argumentar que la aplicación de estos proyectos amplió la conciencia social, ambiental y el desarrollo profesional que se tenía al principio. A lo largo de este proceso pude implementar mis conocimientos profesionales aplicados al diseño mecánico así como también fortalecer mi capacidad de generar relaciones laborales, lo cual considero muy importante en la vida profesional. Por último, la concientización ambiental fue algo muy importante, ya que me ayudó a generar un juicio personal sobre el consumo y el desecho de plásticos que se genera en la sociedad y más que nada a entender que se puede generar un cambio a través de las herramientas que mi carrera me ha dejado.

## Bibliografía

Fundación Prodintec:. (s.f.). *DMFA*. Obtenido de <http://www.prodintec.es>:  
[http://www.prodintec.es/attachments/article/272/fichero\\_15\\_4333.pdf](http://www.prodintec.es/attachments/article/272/fichero_15_4333.pdf)

Hakkens, D. (2013). *preciousplastic*. Obtenido de <https://preciousplastic.com>

INEGI. (mayo de 2018). <http://www.ineg.gob.mx/contenido/Municipios/Tala.pdf>. Obtenido de <http://www.ineg.gob.mx>: <http://www.ineg.gob.mx/contenido/Municipios/Tala.pdf>

ingemecanica. (10 de julio de 2018). *ingemecanica*. Obtenido de <https://ingemecanica.com>:  
<https://ingemecanica.com/tutoriales/tornillos.html>

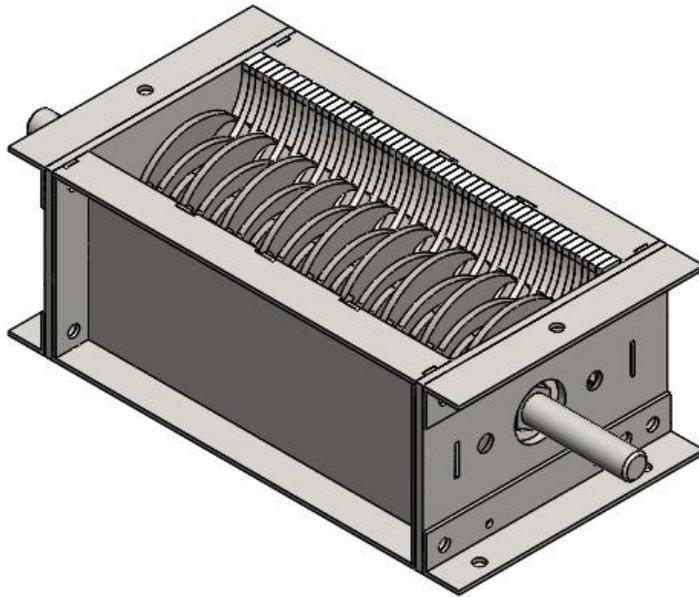
NSK. (2017). *CAT. No. E1102a*. Obtenido de rolling bearing: [www.nsk.com](http://www.nsk.com) }

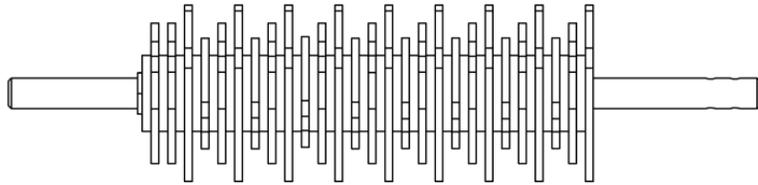
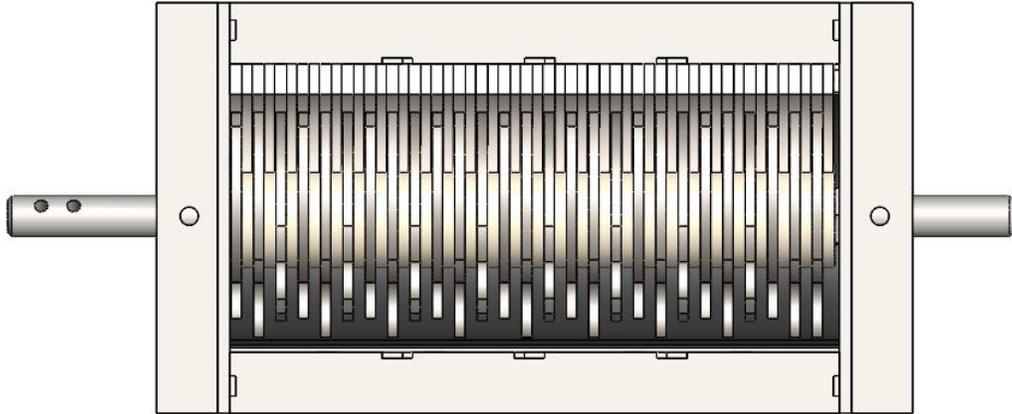
salamanca, u. d. (2011). *universidad de salamanca*. Obtenido de <http://ocw.usal.es>:  
<http://ocw.usal.es/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

simens. (2007). *catalogo general 2007*. Obtenido de [www.siemens.com.mx](http://www.siemens.com.mx):  
[http://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6825/mod\\_resource/content/1/Motores%20NNM.pdf](http://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6825/mod_resource/content/1/Motores%20NNM.pdf)

## Anexos

### Ensamble de trituradora de plástico





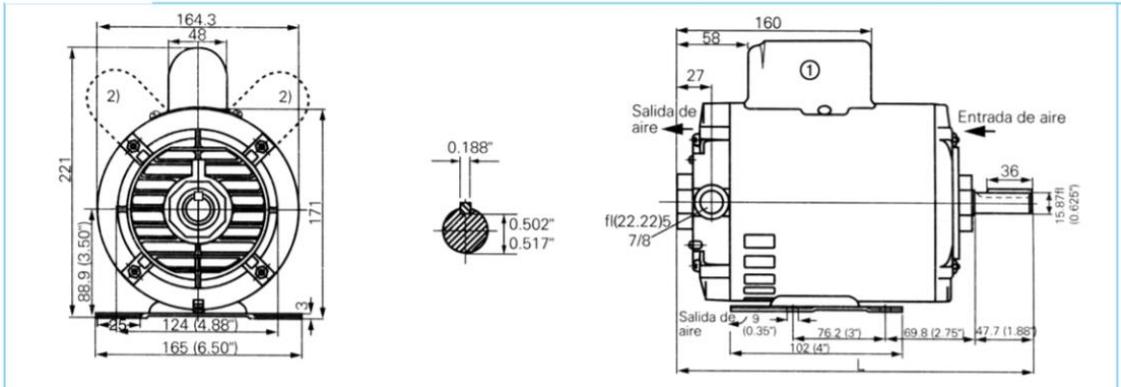
## Datos técnicos requeridos de motores, chumacera, constantes de plásticos y elementos de unión

### Motor

Tabla de selección  
Motores monofásicos jaula de ardilla a prueba de goteo;  
aislamiento clase B

Potencia CP	Tipo	Catálogo Spiridon	Velocidad nominal r.p.m.	Tensión nominal Volt	Corriente nominal A	Factor de servicio	Corriente a F.S. A	Peso neto kg	Long. L mm
<b>Arranque por capacitor, base rígida, con balero (uso general)</b>									
0.25	1RF30522YC41	A7B10000009460	3540/5230	127/220	7.6/3.0	2.0	8.3/3.9	8.3	254
0.33	1RF30532YC41	A7B10000009461	3535/3515	127/220	8.5/3.5	2.0	9.7/4.5	8.4	254
0.50	1RF30542YC41	A7B10000009462	3535/3515	127/220	9.9/4.1	1.8	12.4/6.2	9.7	271
0.75	1RF30552YC41	A7B10000009463	3530/3500	127/220	12.4/5.3	1.6	14.6/7.1	10.5	271
1.0	1RF30562YC41	A7B10000009464	3535/3510	127/220	15.5/6.6	1.6	18.6/9.4	11.9	291
1.5	1RF30572YC41	1RF30572YC41	3505/3470	127/220	18.5/9.4	1.2	20.4/10.2	12.8	291
2	1RF30582YC41	1RF30582YC41	3480/3460	127/220	21.6/11.0	1.15	24/12	15.5	313

Estándar



Reductor 1:30 para entregar

## Calculos

El cálculo del torque se debe al esfuerzo cortante requerido para cortar un material específico (plástico). La trituradora usa un modo de corte para cortar material que es una fuerza perpendicular aplicada a un material. Para este caso se escogió el PVC debido a que es que tiene un mayor esfuerzo.

El área se encuentra calculando el área de sección transversal del material de corte con el que contacta la cuchilla de trituración. Luego, para determinar la potencia del motor que se requiere es a partir del par que el motor emite a una velocidad determinada. El par es Fuerza multiplicado por la distancia  $F * D$ . Para obtener la potencia del motor se multiplica el par requerido por la velocidad.

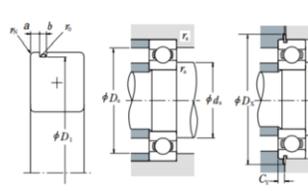
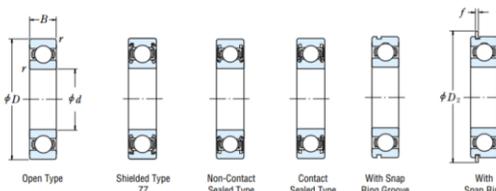
Esfuerzo cortante(psi)	área transversal (mm <sup>2</sup> )	distancia radial (in)	Fuerza (lb)
4720	0.08556017	2.3685039	403.8440024

Torque (lb-in)	Velocidad (rad/s)	Potencia (lb-in/s)	Potencia en Hp	potencia final (hp)
956.5060947	2.09	1999.097738	3.63472316	4

## Rodamientos

Seleccionar la chumacera del siguiente catálogo con el diámetro del eje, la cual en nuestro caso es de 20mm lo cual podría llegar a modificarse. (NSK, 2017)

Bore Diameter 10–22 mm



Dynamic Equivalent Load

$$P = X F_r + Y F_a$$

$\frac{F_a}{F_r}$	$e$	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0.172	0.19	1	0	0.56	2.30
0.345	0.22	1	0	0.56	1.99
0.690	0.28	1	0	0.56	1.71
1.03	0.28	1	0	0.56	1.55
1.38	0.30	1	0	0.56	1.45
2.07	0.34	1	0	0.56	1.31
3.45	0.38	1	0	0.56	1.15
5.17	0.42	1	0	0.56	1.04
6.99	0.44	1	0	0.56	1.00

Static Equivalent Load

$$\begin{aligned} F_{s1} &> 0.8, F_{s2} = 0.6F_1 + 0.5F_2 \\ F_{s1} &\leq 0.8, F_{s2} = F_1 \end{aligned}$$

Boundary Dimensions (mm)	Basic Load Ratings (N)				Factor	Limiting Speeds (rpm)			Bearing Numbers			
	$C_r$	$C_{or}$	$C_1$	$C_{10}$		Open	Oil	Open	Shielded	Sealed		
10	19 5 0.3	1 720	840	175	86	14.8	34 000	24 000	40 000	6800 ZZ	VV	DD
22	6 0.3	2 700	1 270	275	129	14.0	32 000	22 000	38 000	6800 ZZ	VV	DDU
26	8 0.3	4 550	1 970	465	201	12.4	30 000	22 000	36 000	6000 ZZ	VV	DDU
30	9 0.6	5 100	2 290	520	244	13.2	24 000	18 000	30 000	6200 ZZ	VV	DDU
35	11 0.6	8 100	3 450	825	350	11.2	22 000	17 000	26 000	6300 ZZ	VV	DDU
21	5 0.3	3 200	1 040	195	106	15.3	32 000	20 000	38 000	6801 ZZ	VV	DD
24	6 0.3	2 890	1 460	295	149	14.5	30 000	20 000	36 000	6801 ZZ	VV	DD
28	7 0.3	5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	—	32 000	16001	—	—
28	8 0.3	5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	18 000	32 000	6001 ZZ	VV	DDU
32	10 0.6	6 800	3 050	695	319	12.3	22 000	17 000	28 000	6201 ZZ	VV	DDU
37	12 1	9 700	4 200	990	425	11.1	20 000	16 000	24 000	6301 ZZ	VV	DDU
15	24 5 0.3	2 070	1 260	212	128	15.8	28 000	17 000	34 000	6802 ZZ	VV	DD
28	7 0.3	4 350	2 260	440	230	14.3	26 000	17 000	30 000	6902 ZZ	VV	DD
32	8 0.3	5 600	2 830	570	289	13.9	24 000	—	28 000	16002	—	—
32	9 0.3	5 600	2 830	570	289	13.9	24 000	15 000	28 000	6002 ZZ	VV	DDU
35	11 0.6	7 650	3 750	780	380	13.2	20 000	14 000	24 000	6202 ZZ	VV	DDU
42	13 1	11 400	5 450	1 170	555	12.3	17 000	13 000	20 000	6302 ZZ	VV	DDU
17	26 5 0.3	2 830	1 570	268	160	15.7	26 000	15 000	30 000	6803 ZZ	VV	DD
30	7 0.3	4 600	2 550	470	260	14.7	24 000	15 000	28 000	6903 ZZ	VV	DDU
35	8 0.3	6 000	3 250	610	330	14.4	22 000	—	26 000	16003	—	—
35	10 0.3	6 000	3 250	610	330	14.4	22 000	13 000	26 000	6003 ZZ	VV	DDU
40	12 0.6	9 550	4 800	975	490	13.2	17 000	12 000	20 000	6203 ZZ	VV	DDU
47	14 1	13 600	6 650	1 390	675	12.4	15 000	11 000	18 000	6303 ZZ	VV	DDU
20	32 7 0.3	4 000	2 470	410	252	15.5	22 000	13 000	26 000	6804 ZZ	VV	DD
37	9 0.3	6 400	3 700	650	375	14.7	19 000	12 000	22 000	6904 ZZ	VV	DDU
42	8 0.3	7 900	4 450	810	455	14.5	18 000	—	20 000	16004	—	—
42	12 0.6	9 400	5 000	955	510	13.8	18 000	11 000	20 000	6004 ZZ	VV	DDU
47	14 1	12 800	6 600	1 300	670	13.1	15 000	11 000	18 000	6204 ZZ	VV	DDU
52	15 1.1	15 900	7 900	1 620	805	12.4	14 000	10 000	17 000	6304 ZZ	VV	DDU
22	44 12 0.6	9 400	5 050	960	515	14.0	17 000	11 000	20 000	60/22 ZZ	VV	DDU
50	14 1	12 900	6 800	1 320	695	13.5	14 000	9 500	16 000	62/22 ZZ	VV	DDU
56	16 1.1	18 400	9 250	1 870	940	12.4	13 000	9 500	16 000	63/22 ZZ	VV	DDU

With Snap Ring Groove	Snap Ring Groove Dimensions (mm)					Snap Ring (°) Dimensions (mm)		Abutment and Fillet Dimensions (mm)					Mass (kg)	
	a	b	D <sub>1</sub>	r <sub>6</sub>	r <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	f	d <sub>1</sub>	r <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	C <sub>r</sub>	approx		
NR	1.05	0.8	20.8	0.2	0.2	24.8	0.7	12	12	17	0.3	—	0.005	
NR	1.35	0.87	24.5	0.2	0.3	28.7	0.84	12	13	24	0.3	25.5	1.5	0.009
NR	2.06	1.35	28.17	0.4	0.5	34.7	1.12	14	16	26	0.6	35.5	2.9	0.032
NR	2.06	1.35	33.17	0.4	0.5	39.7	1.12	14	16.5	31	0.6	40.5	2.9	0.052
NR	1.05	0.8	22.8	0.2	0.2	26.8	0.7	14	14.5	22	0.3	27.5	1.5	0.010
NR	1.35	0.87	26.5	0.2	0.3	30.7	0.84	14	15.5	26	0.3	31.4	1.9	0.022
NR	2.06	1.35	30.15	0.4	0.5	36.7	1.12	16	17	28	0.6	37.5	2.9	0.037
NR	2.06	1.35	34.77	0.4	0.5	41.3	1.12	17	18	32	1	42	2.9	0.060
NR	1.3	0.95	26.7	0.25	0.3	30.8	0.85	17	17	22	0.3	31.5	1.8	0.015
NR	2.06	1.35	30.15	0.4	0.3	36.7	1.12	17	17	22	0.3	—	—	0.007
NR	2.06	1.35	33.17	0.4	0.5	39.7	1.12	19	20.5	31	0.6	40.5	2.9	0.045
NR	2.06	1.35	39.75	0.4	0.5	46.3	1.12	20	22.5	37	1	47	2.9	0.083
NR	1.3	0.95	28.7	0.25	0.3	32.8	0.85	19	19	24	0.3	—	—	0.007
NR	2.06	1.35	33.17	0.4	0.3	39.7	1.12	19	19.5	28	0.3	33.5	1.8	0.017
NR	2.06	1.35	38.1	0.4	0.5	44.6	1.12	21	23.5	36	0.6	45.5	2.9	0.067
NR	2.46	1.35	44.6	0.4	0.5	52.7	1.12	22	25.5	42	1	53.5	3.3	0.113
NR	1.3	0.95	30.7	0.25	0.3	34.8	0.85	22	22	30	0.3	35.5	1.8	0.017
NR	1.7	0.95	35.7	0.25	0.3	39.8	0.85	22	24	35	0.3	40.5	2.3	0.037
NR	2.06	1.35	39.75	0.4	0.5	46.3	1.12	24	25.5	38	0.6	47	2.9	0.068
NR	2.46	1.35	44.6	0.4	0.5	52.7	1.12	25	26.5	42	1	53.5	3.3	0.107
NR	2.46	1.35	49.73	0.4	0.5	57.9	1.12	26.5	28	45.5	1	58.5	3.3	0.145
NR	2.06	1.35	41.75	0.4	0.5	48.3	1.12	26	26.5	40	0.6	49	2.9	0.074
NR	2.46	1.35	47.6	0.4	0.5	55.7	1.12	27	29.5	45	1	56.5	3.3	0.119
NR	2.46	1.35	53.6	0.4	0.5	61.7	1.12	28.5	30.5	49.5	1	62.5	3.3	0.179

## Propiedades mecánicas de los plásticos

Plastic	Thermal Properties				Strength		Density	
	Abbreviation - Brand name	Tm	Tg	Td	Cte	Tensile		Compressive
		°C	°C	°C	ppm/°C	psi		psi
PET - Polyethyleneterephthalate		245	73	21	65	7000	11000	1.29
		265	80	38		10500	15000	1.40
LDPE - Low density polyethylene		98	-25	40	100	1200		0.917
		115		44	220	4550		0.932
HDPE - High density polyethylene		130		79	59	3200	2700	0.952
		137		91	110	4500	3600	0.965
PP - polypropylene		168	-20	107	81	4500	5500	0.900
		175		121	100	6000	8000	0.910
PVC - polyvinylchloride			75	57	50	5900	8000	1.30
			105	82	100	7500	13000	1.58
PS - polystyrene			74	68	50	5200	12000	1.04
			105	96	83	7500	13000	1.05

- Tm - crystalline melting temperature (some plastics have no crystallinity and are said to be amorphous).
- Tg - glass transition temperature (the plastic becomes brittle below this temperature). Td - heat distortion temperature under a 66 psi load.
- Cte - coefficient of linear thermal expansion.
- Tensile Strength - load necessary to pull a sample of the plastic apart.

- Compressive Strength - load necessary to crush a sample of the plastic.
- Density - aka specific gravity/mass of plastic per unit volume.

### PROPIEDADES FISICAS CLORURO DE POLIVINILO (PVC RIGIDO)

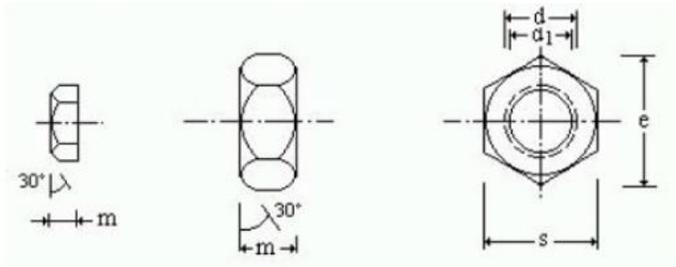
PROPIEDADES	Metodos de ensayo ISO/(IEC)	Unidades	Valores
Color	-	-	Gris
Densidad	DIN 53 479	g/cm <sup>3</sup>	1,42
<b>PROPIEDADES TERMICAS</b>			
Temperatura de Fusion	DIN 53 736	°C	80
Conductividad termica a 23°C	-	W/(K-m)	0,15
Coefficiente de dilatacion lineal (23°C)	-	10 <sup>5</sup> .(1K)	8
Capacidad calorica especifica (23° C)	-	5(g.k)	1
Temperatura maxima de servicio:	-	-	-
-en periodos cortos	-	°C	65
	-	°C	60
<b>PROPIEDADES MECANICAS A 23°C</b>			
Ensayo de tracción	-	-	-
-esfuerzo en el punto de fluencia	DIN 53 455	MPa	55
-elongacion a la rotura	DIN 53 455	%	20
-modulo de elasticidad a la tensión	DIN 53 457	-	2.600
-Resistencia al impacto	DIN 53 457	Kj/m <sup>2</sup>	15
-Coeficiente dinamico de fricción	-	N/mm <sup>2</sup>	0
Dureza a la bola (30s)	DIN53457	Mpa	75

### Medidas Normalizadas para Tornillos y Tuercas

Lugar de aplicación	Valor $f_t$ que debe alcanzarse	Valores usuales de cálculo
<b>Machacadoras, molinos, cribas, etc.</b>		
Machacadoras de mandíbulas	3 ... 3,5	Potencia de accionamiento, radio de excéntrica; velocidad nominal Fuerza de triturado; velocidad nominal
Trituradoras, machacadoras de rodillos	3 ... 3,5	
Molinos de mandíbulas, de impacto y de martillos	4 ... 5	Peso del rotor · fz, velocidad nominal; fz = 2 a 2,5
Molinos de tubos	4 ... 5	Peso total · fz; velocidad nominal; fz = 1,5 a 2,5
Molinos vibratorios	2 ... 3	Fuerza centrífuga · fz; velocidad nominal; fz = 1,2 a 1,3
Molinos de pulverizado	4 ... 5	Esfuerzo de compresión · fz; número de revoluciones nominal fz = 1,5 a 3
Cribas vibratorias	2,5 ... 3	Fuerza centrífuga · fz; número de revoluciones nominal; fz = 1,2
Prensas para briquetas	3,5 ... 4	Esfuerzo de presión; número de revoluciones nominal
Rodillos para hornos giratorios	4 ... 5	Carga de los rodillos · fz; número de revoluciones nominal Factor para cargas excéntricas fz = 1,2 a 1,3; Si las cargas son muy elevadas debe comprobarse la capacidad de carga estática

### Elementos de fijación

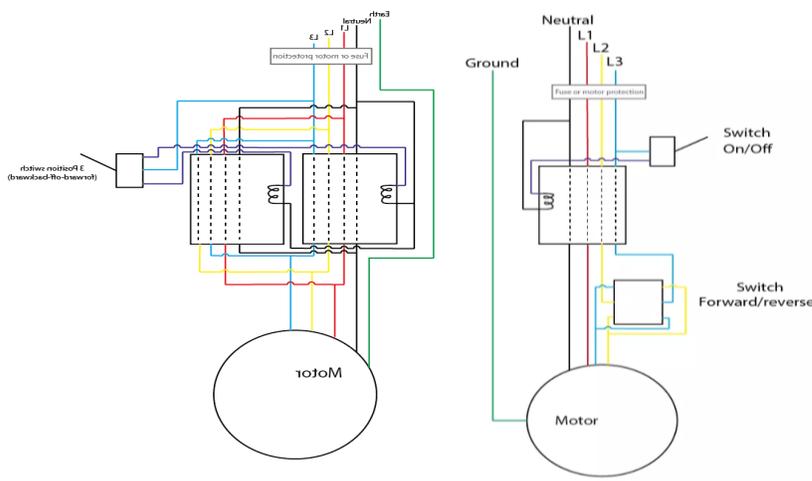
Las características de los elementos de fijación requeridos se pueden obtener de los planos anexos al documento.



Dimensiones						
Tuerca tipo	Diámetro nominal d mm	Diámetro interior d <sub>1</sub> mm	Espesor m mm	Medida entre aristas e mm	Medida entre caras s mm	Peso de 1.000 piezas kg
M 10	10	8.376	8	19.6	17	10.9
M 12	12	10.106	10	21.9	19	15.9
M 16	16	13.835	13	27.7	24	30.8
M 20	20	17.294	16	34.6	30	60.3
M 22	22	19.294	18	36.9	32	80.2
M 24	24	20.725	19	41.6	36	103.0

## Control eléctrico

El control eléctrico se puede realizar de dos maneras, la primera es con 2 contactores un relevador y un switch de 3 posiciones, mientras que la otra es con un solo contactor y relevador un switch de dos posiciones y un switch de cambio de giro. En lo personal recomendaría la primera opción ya que es más sencilla de entender para cualquier operario.



## **Seguridad para operador y base**

La tolva es la encargada de proporcionar la seguridad del operador, sin embargo es la parte de la trituradora que se podría modificar fácilmente según los materiales que se logren obtener. En cuanto a la base también se hizo un diseño ideal sin embargo se puede adaptar la trituradora a cualquier lugar siempre y cuando el motor y el cuerpo queden totalmente fijos.