



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL.**



PRESENTA:

ADÁN JESÚS SOLEDAD GALAVIZ
CARRERA:
INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE PET

Empresa:

PROMAS



Nombre del asesor externo: Víctor Manuel Velasco Gallardo

Nombre del asesor Interno: Juan Manuel

27/10/2020

Índice

1. Dedicatorias y Agradecimientos.....	7
Introducción	8
Resumen	10
Objetivo general.....	11
1.1 Objetivos específicos.....	11
Justificación	12
Cronograma de Actividades.....	13
CAPITULO 1. EMPRESA PROMAS	14
1.2 PROMAS	15
1.3 Perfil general:	15
1.4 Antecedentes.....	16
1.5 Caracterización de la empresa	17
Estructura Organizacional.....	18
1.6 Puesto o área del trabajo el estudiante.....	19
1.7 Principales productos o servicios.....	19
1.8 Misión:	20
1.9 Visión:.....	20
1.10 Valores:	20
Definición del problema	21
CAPITULO 2. Marco teórico	22
1.11 Plástico.....	23
1.12 Clasificación de los plásticos	25
PET	26
1.13 Propiedades del PET se resumen en la siguiente tabla:	28
Molinos (Trituradoras).....	29
1.14 Clases de molinos	29
CAPITULO 3. Metodología de construcción.....	35
Para el diseño y construcción, se propone la siguiente metodología.	36
Tabla de Materiales	37
CAPITULO 4 Definición de trituración.....	42
1.15 Trituración.....	43
Selección del tipo de trituradora a construir.	44

1.16 Trituradora de dos ejes	44
1.17 Técnica de trituración.....	45
Capítulo 5. Diseños en solidwork	46
1.18 Diseño de la caja de cuchillas.....	47
1.19 Diseño de la Base.....	48
1.20 Diseño del Motor.....	49
1.21 Diseño de las Navajas	50
1.22 Diseño de los Ejes	51
1.23 Diseño de los Espaciadores.....	52
1.24 Diseño de los Engranés.....	53
1.25 Diseño de la Tolva	54
Capítulo 6. Construcción.....	55
1.26 Caja de cuchillas.....	56
1.27 Estructura	57
1.28 Tolva.....	58
1.29 Motor	59
1.30 Ejes	60
1.31 Navajas	61
.....	61
1.32 Separadores	61
1.33 Pintado	62
Capítulo 7. Ubicación y especificaciones	64
1.34 Dimensiones y Especificaciones.....	65
1.35 Lay out.....	67
Capítulo 7. Rendimiento de trituración KG/H.....	69
CAPITULO 8. Resultados	71
Conclusión.....	76
Bibliografías.....	78
Anexos.....	79

Figura 1 Logotipo PROMAS.....	15
Figura 2 Instalación de paneles solares	17
Figura 3 Engranés	17
Figura 4 Empresa KTmex	17
Figura 5 H. Ayuntamiento de Pabellón de Arteaga.....	17
Figura 6 Empresa YUSA Zacatecas	17
Figura 7 Organigrama de la empresa PROMAS	18
Figura 8 Puesto de trabajo a ejercer	19
Figura 9 Instalación de Paneles solares.....	19
Figura 10 Construcción de estructuras metálicas.....	19
Figura 11 Inspección visual en la empresa YUSA.....	19
Figura 12 Clasificación de los tipos de plástico	26
Figura 13 Botellas de PET	26
Figura 14 Clasificación de botellas de per por colores	27
Figura 15 Propiedades del PET	28
Figura 16 Molino de baja revolución	29
Figura 17 Molino de cuatro ejes.....	30
Figura 18 Molino de dos ejes	31
Figura 19 Molino de un eje.....	32
Figura 20 Molino Industrial de altas revoluciones.....	33
Figura 21 Molino de cuchillas, utilizado especialmente para moler la caña de azúcar	34
Figura 22 Botellas de PET triturado (residuos).....	43
Figura 23 Molino de dos ejes	44
Figura 24 Molino Industrial de dos ejes.....	44
Figura 25 Distancias entre navajas y ejes.....	45
Figura 26 Ajuste de cuchillas en solidwork.....	45
Figura 27 Caja de cuchillas solidworck	47
Figura 28 Planos de construcción, caja de cuchillas	47
Figura 29 Diseño de la base en solidworck.....	48
Figura 30 Motor, solidworck.....	49
Figura 31 Diseño de navajas en solidworck	50
Figura 32 Planos de construcción de las navajas	50
Figura 33 Planos de construcción, ejes.....	51
Figura 34 Planos de construcción, separador de navajas	52
Figura 35 Diseño de los separadores, solidwork.....	52
Figura 36 Diseño de un engrane, solidwork	53
Figura 37 Diseño de la tolva en color verde	54
Figura 38 Planos de tolva	54
Figura 39 Construcción de la caja de las cuchillas	56
Figura 40 Medidas y corte de las placas antiderrapantes	56
Figura 41 Aplicación de soldadura en cada lado de la caja de cuchillas	56
Figura 42 Estructura de acero.....	57
Figura 43 Limpieza de estructura.....	57
Figura 44 Aberturas con el taladro para los tornillos que se ajustan en la estructura	58

Figura 45 Construcción de la tolva.....	58
Figura 46 Motor eléctrico, cuenta con una potencia de 480 caballos de fuerza.....	59
Figura 47 Barras de acero y tubular de PTR.....	60
Figura 48 Construcción de los ejes Rotatorios.....	60
Figura 49 Navaja de lámina antiderrapante cortada con plasma.....	61
Figura 50 Aplicación de la primera capa de pintura.....	62
Figura 51 Estructura totalmente pintada.....	62
Figura 52 Aplicación de fondo blanco en la parte interna.....	62
Figura 53 Aplicación de fondo para la caja de cuchillas.....	62
Figura 54 Trituradora completa.....	63
Figura 55 Empresa PROMAS.....	65
Figura 55 Empresa PROMAS.....	65
Figura 56 Dimensiones de la maquina altura, largo y ancho.....	66
Figura 56 Dimensiones de la maquina altura, largo y ancho.....	66
Figura 57 Lay OUT de la empresa PROMAS.....	67
Figura 57 Lay OUT de la empresa PROMAS.....	67

1. Dedicatorias y Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de vivir y concluir esta etapa de mi vida con los mejores resultados esperados.

También a ti mamá te agradezco tanto por verme tenido mucha paciencia en mis tiempos de enojos y de frustración de las tareas y demás cosas que traía en mi cabeza.

Papá gracias a ti por impulsarme a seguir adelante a guiarme por un buen camino y estar en cada uno de los mis pasos y tropiezos que he tenido.

Papá y Mamá gracias a los dos por estar siempre ahí al pendiente de lo que necesitaba a pesar de las dificultades que se tenían para cubrir los gastos de colegiaturas y transportes y demás cosas pero que a pesar de eso siempre me impulsaron a seguir a delante.

Gracias por levantarme los ánimos cuando ya me sentía rendirme y quería dejar todo. Gracias por estar y vivir junto conmigo los momentos buenos y malos de mi vida.

Gracias a todo esto es como yo no deje caerme en ningún momento y es como he llegado aquí al final de mi carrera.

Gracias a ti hermano José por acompañarme a lo largo de esta etapa de mi vida desde que empezó esta aventura para mí y hasta ahora que la estoy concluyendo, sin duda alguna fuiste un gran apoyo para mí. Gracias por ayudarme con algunas tareas y en especial por levantarme los ánimos y alegrar esos días de estrés por los proyectos.

Gracias a ti a tu apoyo y tus consejos es que estoy viviendo esto.

Introducción

En Aguascalientes se genera un promedio de 824 toneladas de basura diaria, de las cuales el 90% son reciclables, pero solo es aprovechado el 17% según cifras oficiales del INEGI, debido a que los aguascalentenses no entienden que lo usualmente llamado basura son residuos mal manejados.

Una solución para esta problemática ambiental presente en el municipio, es incentivar a las personas y empresas a que vean el reciclaje y el reaprovechamiento como una oportunidad de reducción de costos y hasta la creación de nuevas empresas y mercados enfocados a la comercialización de productos hechos a partir de insumos provenientes del reciclaje.

El desecho más común en la basura son los productos plásticos, los cuales son los que representan la mayor problemática ambiental debido a su periodo de descomposición en la naturaleza, por tal razón el principal plan de acción frente a esta problemática ambiental fue el diseño y fabricación de un molino triturador para las botellas de Pet, donde la principal función de la máquina es cortar y reducir el tamaño del plástico para facilitar el reproceso del mismo generando la primera máquina trituradora en la región enfocada a la trituración del plástico reciclado.

En base a esta problemática se crea este trabajo de grado con el objetivo de diseñar un molino triturador de botellas de plástico totalmente recicladas. La empresa PROMAS dedicada a realizar proyectos de soldadura, comenzara a tomar medidas sobre el reciclaje de botellas al introducirse en el mercado de la compra y venta del plástico.

El diseño y la construcción se basa en los molinos de doble eje, la cual tiene la capacidad de triturar una gran cantidad de botellas, con el fin de reutilizar los polímeros del Pet.

Veremos el volumen de partículas de plástico y la capacidad que tendrá la máquina para triturar el plástico tomándose de acuerdo a la cantidad de botellas en kg y el tiempo en que la máquina se tarde en realizar la operación de trituración (kg/h).

Luego de establecer el diseño de la nueva máquina trituradora de Pet, ubicar el lugar aplicando un lay out dentro de la empresa, esto para determinar las áreas de clasificación de botellas, almacenamiento, aplastado y del proceso de triturado.

Resumen

El presente proyecto consiste en el diseño y construcción de un molino de dos ejes, que tenga la capacidad de triturar botellas de plástico, generando un aproximado de 30 kg de Pet por hora tomando en cuenta que la empresa PROMAS comenzara a tomar medidas sobre el reciclaje de botellas al introducirse en el mercado de la compra y venta del plástico.

Con la construcción del molino se complementará el proceso de reciclado ya que la empresa podrá recolectar y triturar plásticos como: envases de bebidas y recipientes de alimentos, para la producción de partículas del Pet y su venta comercial. El molino de dos ejes está formado por diferentes partes como: la caja de cuchillas que son las encargadas de triturar las botellas, los ejes, los separadores, contra navajas, entre otros.

Para el diseño de las piezas se determinaron el tipo de materiales resistentes a la intemperie, para lograr la construcción de la trituradora se fue seleccionando a partir de los modelos existentes en el comercio industrial eligiendo el molino de dos ejes, la principal fuerza presente en este modelo es la fuerza centrífuga, la misma que se determinó en base a la velocidad angular y radio de giro del molino.

El sistema de trituración es accionado por un motor eléctrico el mismo que es controlado en forma manual desde el encendido del mismo, previo al diseño del molino y la comprobación del correcto funcionamiento de la máquina se realizó en el software (solidwork) creando cada una de las partes y piezas importantes de la nueva máquina.

Objetivo general

Diseñar y construir una máquina trituradora de Pet.

1.1 Objetivos específicos

Diseño y construcción de la maquinaria trituradora.

- Diseño de la máquina trituradora (Planos, Dibujos).
- Adquisición del material para la construcción (motor, aspas, base).
- Construcción de la máquina trituradora (ensamble).

Ubicación de la maquinaria Lay Out.

- Buscar el lugar indicado en la empresa para instalar la máquina trituradora del Pet.
- Establecer medidas en el lugar de trabajo.

Distribución de espacios y áreas de trabajo (área de separación, lavado, trituración)

- Distribución y separación de áreas.
- Indicadores de áreas de trabajo.

Calcular el volumen de botellas de plástico a triturar.

- Realizar un análisis de capacidad de producción.
- Calcular el volumen de botellas de plástico a triturar en (kg)
- Identificar cuanto plástico puedo triturar semanalmente, mensualmente y anualmente.

Justificación

Se busca construir una máquina de triturado de botellas de Pet para fomentar en el desarrollo del reciclado de botellas. Ya que es uno de los materiales de consumo más usados en la región, principalmente para envases de bebidas y recipientes de alimentos, Adicionalmente siendo las botellas más lanzadas y tiradas a la basura implicando una carga enorme en el ambiente.

Con la construcción de la máquina trituradora nuestra misión es recolectar y realizar la molienda del mayor número de botellas de plástico provenientes del municipio de Pabellón de Arteaga, Este proyecto es técnicamente viable ya que el proceso de triturado de botellas minimiza el alto acumulamiento de botellas en la región fomentando la sustentabilidad del reciclaje y promover el cuidado del medio ambiente.

Este emprendimiento busca contribuir a la sustentabilidad regional, obteniendo un beneficio económico generando nuevos puestos de trabajo y transformando las botellas usadas en nuevo producto, siendo las botellas de plástico de la región y de otras comunidades más cercanas nuestra principal materia prima.

Cronograma de Actividades

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Diseño y construcción de la máquina trituradora.	X				
Ubicación de la maquinaria (Lay Out).		X			
Descripción de la línea de producción (área de separación, lavado, trituración).			X	X	
Calcular el volumen de botellas de plástico a triturar en (kg).				X	X
Verificación de Resultados.				X	X

Capítulo 1. Empresa PROMAS

1.2 PROMAS

En seguida conoceremos los antecedentes y la filosofía de la organización, así como también algunos de los productos que se realizan dentro de la organización.

1.3 Perfil general:

Nombre o razón social:

PROMAS S.A de C.V

Ramo:

Industrial

Tamaño:

Mediano

Domicilio:

Ave. Cesario Ruiz reyes #301, progreso norte, pabellón de Arteaga, AGS.

Teléfono:

4651037230

Fax:

9107100



Figura 1 Logotipo PROMAS

1.4 Antecedentes

PROMAS (Proyectos de Revisión de Material, Outsourcing, Mantenimiento, Automatización y Soldadura) Es una micro empresa totalmente mexicana fundada en el año 2016, ubicada Ignacio Trejo Rayón #187, Trojes San Pedro, Pabellón de Arteaga, por el Ing. Juan Manuel Vásquez Aguilera. dando sus inicios como un taller de soldadura siendo una entidad pública.

En junio de 2017 ofrece los servicios de Sorteo de piezas, re trabajo de metal con la inspección de piezas con equipos de medición para la compañía YUSA ubicada en el estado de Zacatecas con más de 3000 mil piezas inspeccionadas detectando fallas con el servicio de sorteo de piezas.

En ese mismo año la empresa cambia de dirección Ave. Cesario Ruiz Reyes #301, Progreso Norte, Pabellón de Arteaga, ya que la demandada de trabajos de soldadura, Automatización de estaciones de trabajo, Instalación de celdas solares, Mantenimiento a tornos, Maquinas hidráulicas ofreciendo un servicio de garantía y de instalaciones obligaba a la empresa a contar un espacio más amplio y cómodo para seguir continuando con sus operaciones.

En el año 2019, PROMAS extiende su servicio ofreciendo a los clientes servicios de mantenimiento, Instalación de celdas solares, trabajos de carpintería, trabajos de electricidad y fontanería, ampliando nuevas herramientas de trabajo para no solo estar enfocados en trabajos de soldadura si no, a crear soluciones para los diferentes aspectos de la vida.

1.5 Caracterización de la empresa

- ✓ PROMAS es una compañía que está dedicada a ofrecer proyectos de mantenimiento y soldadura, instalación de paneles solares, re construcciones, automatizaciones, etc.



Figura 2 Instalación de paneles solares

- ✓ La compañía opera para atender diversos servicios de soldadura, pintura, carpintería, fontanería, electricidad.
- ✓ PROMAS tiene operaciones de servicios de sorteo, re trabajo en la empresa YUSA en el estado de Zacatecas para la inspección de piezas automotrices.



Figura 3 Engranajes

- ✓ Ofrece sus servicios a diferentes entidades de la región por ejemplo a Ayuntamiento de Pabellón de Arteaga, KTmex, Inifap, Otscon entre otros.



Figura 4 Empresa KTmex



Figura 6 Empresa YUSA Zacatecas



Figura 5 H. Ayuntamiento de Pabellón de Arteaga

Estructura Organizacional

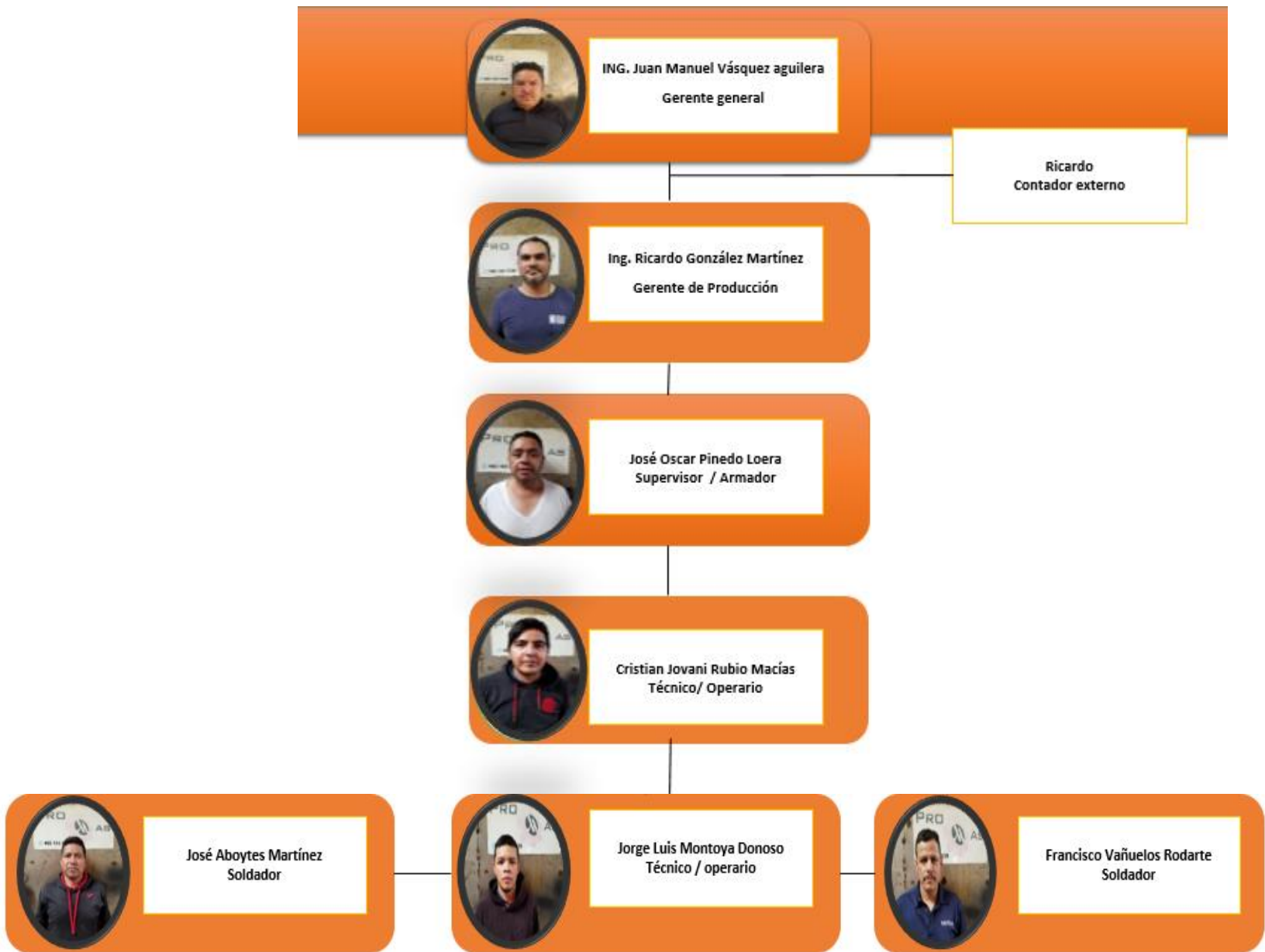


Figura 7 Organigrama de la empresa PROMAS

1.6 Puesto o área del trabajo el estudiante.

Supervisor de producción:

Tal como el nombre lo indica, responsable de la eficiente operación en el área de producción siendo su principal objetivo el de mantener una óptima calidad supervisando toda la producción hacia todos los proyectos de soldadura, estructuras, manejo de material, así como de mantener los niveles óptimos de inventario, de igual manera, es responsable de la calidad en la manufactura de los productos en la empresa.



Figura 8 Puesto de trabajo a ejercer

1.7 Principales productos o servicios.

Los productos que se fabrican en la empresa PROMAS son los siguientes:

Proyectos de Soldadura, Automatización de estaciones de trabajo, Instalación de celdas solares, Mantenimiento a tornos, Maquinas hidráulicas.

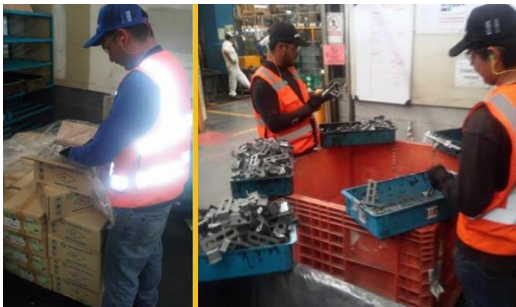


Figura 11 Inspección visual en la empresa YUSA



CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS 2019

Figura 10 Construcción de estructuras metálicas



Figura 9 Instalación de Paneles solares

1.8 Misión:

Proveer de nuevas tendencias tecnológicas y brindar soluciones prácticas de donde sean aplicables en las condiciones de desarrollo para cada cliente.

1.9 Visión:

Ser la mejor opción para servicios en las diversas áreas de construcción mecánico, mantenimiento industrial, servicios de sorteo y re trabajos

1.10 Valores:

Compromiso: disponibilidad y entrega en el cumplimiento de nuestras obligaciones

Profesionalismo: realizar con entusiasmo, interés y eficiencia los trabajos encomendados, enriqueciéndolos con nuestros conocimientos y experiencias.

Honestidad: orientar nuestra conducta con rectitud, honradez, veracidad, integridad y seguridad en todo momento.

Trabajo en equipo: sumar talentos, esfuerzos y conocimientos, como una de las más importantes formas de trabajo.

Creatividad e innovación: buscar nuevas ideas para mejorar nuestros y servicios.

Definición del problema

Problema Principal

Como sabemos en el estado de Aguascalientes se genera un promedio de 824 toneladas de basura diaria, de las cuales el 90% son reciclables, pero solo es aprovechado el 17% es por eso que la empresa PROMAS en conjunto conmigo decidimos crear una máquina trituradora de PET, ya que al reutilizar este residuo se pueden producir nuevos y diversos productos logrando con esto la creación de nuevos empleos y reduciendo en un gran porcentaje la cantidad de basura generada en el día.

Para la construcción de la maquina hicimos un análisis tomando en cuenta los principales problemas que se nos hayan podido presentar para así evitar gastos, mermas y retrasos en los tiempos, los cuales son los siguientes:

- Un mal diseño para la construcción de la máquina será el generar malas medidas de cada una de las piezas que la componen tomando como referencia otros molinos ya existentes en el mercado industrial, si no se toma en cuenta estas medidas la maquina no realizará su función adecuadamente provocando gastos y pérdida de tiempo.
- Otro problema es el construir con material poco resistente al ambiente, sin precedentes a garantizar la resistencia y la calidad, ya que estará ubicado en un lugar donde se exponga al polvo, agua y otros factores ambientales provocando un desgaste en los materiales generando sarro en la estructura.
- El lugar de almacenamiento para las botellas no sea demasiado amplio para su recolección ya que este tipo de material abarca una gran cantidad de espacio para su almacenamiento.

CAPITULO 2. Marco teórico

1.11 Plástico

El primer plástico se fabricó gracias a un concurso realizado por Pelan y Collander en el año 1860, donde se ofrecía 10.000 dólares a quien pudiera encontrar un sustituto al marfil natural, que era empleado en la fabricación de bolas de billar. Uno de los aspirantes al premio fue John Hyatt, quien inventó el primer tipo de plástico llamado nitrato de celulosa.

El nitrato de celulosa se obtiene utilizando nitrocelulosa, alcanfor y alcohol etílico, entre otros agentes. Si bien Hyatt no ganó el premio, su producto, fue patentado con el nombre de celuloide, el cual se utilizó para fabricar diferentes objetos, entre ellos, la cinta cinematográfica, teniendo un notable éxito, a pesar de ser inflamable y deteriorarse al exponerlo a la luz.

En el año 1907 apareció un nuevo tipo de plástico totalmente sintético el que fue nombrado como baquelita, este fue descubierto por científico estadounidense Leo Hendrik Baekeland. Entre sus características más relevantes este material puede moldearse a medida y resulta difícil de solidificar, no conduce electricidad, es resistente al agua y los disolventes. Se expandió rápidamente como producto comercial a diferentes usos, como artículos domésticos y componentes eléctricos de uso general.

En la década de 1930 se consigue avanzar químicamente en los plásticos, gracias a esto, aparece una gama de nuevos productos con nuevas y diferentes propiedades, como materiales de propiedades ópticas, resistentes a bajas temperaturas. Pero el descubrimiento fundamental fue la primera síntesis de nylon, el cual fue el primer plástico de ingeniería de alto rendimiento, utilizado como fuente principal por Estados Unidos en la industrial textil durante la Segunda Guerra Mundial, en la fabricación de blindajes y otros materiales bélicos. A su vez, Alemania inició un programa el cual desarrollo el caucho sintético utilizable.

Durante la época de postguerra, se elevó el ritmo de descubrimiento y desarrollo tecnológico en la industria, donde se centró el avance en los plásticos técnicos, como acetatos, poliamidas y policarbonatos. Se utilizaron diferentes materiales sintéticos para reemplazar componentes en maquinarias, elementos de seguridad y productos empleados en condiciones extremas. En 1953 el químico alemán Karl Ziegler desarrollo el polietileno y posteriormente en 1954 el químico italiano Giulio Natta desarrollo el polipropileno, los cuales son los dos plásticos más utilizados en la actualidad.

En 1955 se comienza la producción comercial de fibra de poliéster, este provoca un gran avance tecnológico de forma textil, más tarde en grado de film, y hoy en día utilizado en la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes; principalmente como contenedores de líquidos o más conocido como polietileno de tereftalato o por sus siglas PET. (polimeros, 2016)

1.12 Clasificación de los plásticos

Cloruro de polivinilo (PVC)

Este material es altamente resistente, de igual modo cuenta con una elevada resistencia a la abrasión, este tipo de plástico es bastante estable e inerte, por tal razón es utilizado en procesos donde la exigencia de higiene es bastante alta, no obstante, también es destinado para aislar y proteger cables eléctricos y para la contención y transporte de agua potable, entre otras. (Europe, 2018)

Polipropileno (PP)

Posee una alta resistencia al impacto y a la tracción, es flexible, puede ser rígido y transluciente, esterilizante desde 120 a 130 grados Celsius. Frecuentemente es utilizado en la fabricación de autopartes, tapas en general, cajas de baterías, jeringas desechables.

Poli-estireno (PS)

Este plástico es transparente u opaco, según sea procesado, es muy versátil e imita al cristal. Se emplea en la fabricación de diferentes envases utilizados para servir alimentos y en materiales para proteger equipos delicados. Su aplicación más común es la fabricación de envases para productos lácteos y envases desechables.

Polietileno (PE)

Este material es incoloro, opaco, alta rigidez, estabilidad dimensional, dureza superficial. Estable frente a ácidos, álcalis y alcoholes. Puede ser utilizado en envases de detergentes, aceites para motor, shampoo. (Crudo, 2019)

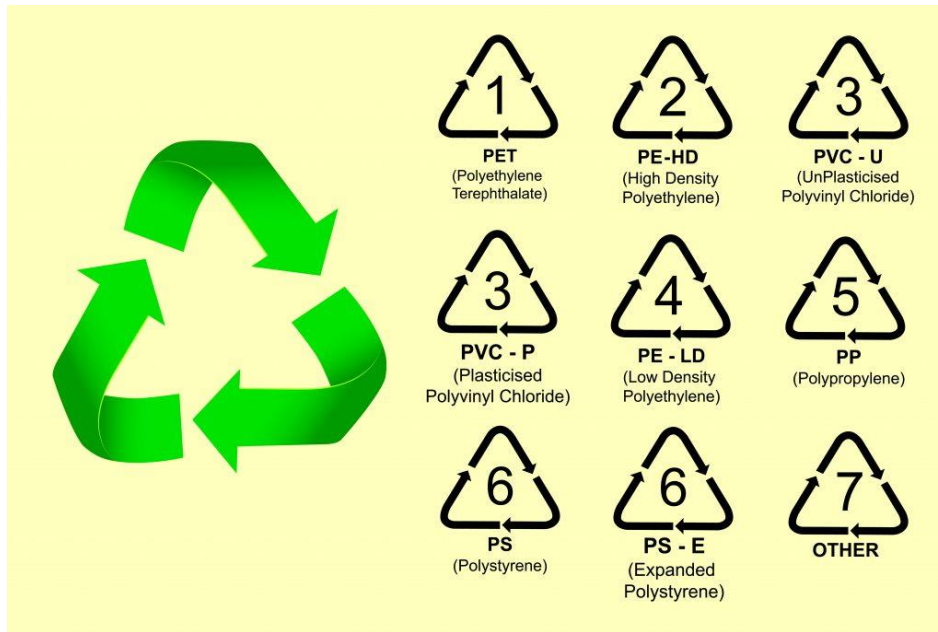


Figura 12 Clasificación de los tipos de plástico

PET

Polietileno Tereftalo

Este tipo de plástico es transparente además cuenta con una alta resistencia al desgaste y a la corrosión, se emplea en la fabricación de envases de bebidas carbonatadas, fibras textiles, entre otras. (Mariano, 2011)



Figura 13 Botellas de PET

Propiedades del PET.

Según investigadores este producto tiene propiedades térmicas, mecánicas benéficas, resistencia química, buena capacidad de formar fibras, baja permeabilidad de O₂ y CO₂, es de alto rendimiento, bajo costo y tiene un excelente proceso de reciclaje para crear nuevos productos.

El PET es un plástico técnico de gran calidad para muchas aplicaciones. Entre ellos se destacan:

- Fabricación de piezas técnicas.
- Fibras de poliéster.
- Fabricación de envases.



Figura 14 Clasificación de botellas de per por colores

1.13 Propiedades del PET se resumen en la siguiente tabla:

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	1,34 – 1,39
Resistencia a la tensión	MPa	59 – 72
Resistencia a la compresión	MPa	76 – 128
Resistencia al impacto, Izod	J/mm	0,01 – 0,04
Dureza	--	Rockwell M94 – M101
Dilatación térmica	10 ⁻⁴ / °C	15,2 – 24
Resistencia al calor	°C	80 – 120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13780 – 15750
Constante dieléctrica (60 Hz)	--	3,65
Absorción de agua (24 h)	%	0,02
Velocidad de combustión	mm/min	Consumo lento
Efecto luz solar	--	Se decolora ligeramente
Calidad de mecanizado	--	Excelente
Calidad óptica	--	Transparente a opaco
Temperatura de fusión	°C	244 - 254

Figura 15 Propiedades del PET

Molinos (Trituradoras)

La historia comienza en 1947 después de la guerra, cuando el trabajo y la pasión por la mecánica llevó Sr. Bruno Folcieri (Cav. Trabajo) para desarrollar y construir el primer molino molinos para la tritución de diferentes tipos de productos agrícolas.

En los años sesenta, bajo el impulso de los avances tecnológicos de la industria petroquímica, de empezar a construir los molinos de cuchillas para plásticos primera molienda. (Florensi, 2012)

1.14 Clases de molinos

Molino a Bajas Revoluciones (25 RPM)

En este tipo de molinos no existe cuchillas rotatorias ni fijas, estos molinos incorporan en su rotor una serie de elementos o cuerpos de trituración, los cuales están destinados para agarrar el producto y cortarlo de forma uniforme.

Estos molinos emplean una potencia instalada mucho menor, ya que cuentan con un conjunto de motor eléctrico y reductor, que proporciona un alto par a bajas revoluciones, lo que permite reducir el consumo energético, ruido e intervenciones por mantenimiento puesto que se obtendrá un menor desgaste en los componentes del mismo.



Figura 16 Molino de baja revolución

Molino de Cuatros Ejes

Como su nombre lo indica está constituido de cuatro ejes con una serie de elementos cortantes constituidos por unos discos de cantos agudos provistos de garfios. La función de los garfios consiste en agarrar el producto y llevarlo hasta las Molino Triturador Bajas Revoluciones molino de cuatro ejes que realizan el corte neto del material. Es adecuado para pequeñas y medianas empresas, puesto que permite reducir grandes volúmenes de desechos plásticos con la mínima absorción de potencia o energía eléctrica.

Este molino se caracteriza por su fácil mantenimiento, ya que está catalogado como mantenimiento de primer y segundo nivel, es decir que el mantenimiento puede ser realizado por el operario mismo debido a que no se requiere de una persona certificada y especializada, de igual modo no se requiere de algún tipo de contratista para realizar limpieza o menos aún para realizar inspección de apriete de tuercas y tornillería, estado del sistema eléctrico y de control, lubricación de partes móviles y remplazo de los órganos de corte que en este caso son los garfios que no tiene mayor complicación, por esta razón puede ser realizada por el operario el cual conoce en totalidad el funcionamiento de su máquina.

No obstante, también cuenta con un sistema de control PLC que le permite regular su funcionamiento, tanto así que permite invertir temporalmente el sentido de giro de las cuchillas o garfios de corte, para prevenir una posible sobrecarga de la estructura de corte permitiendo prevenir alguna fractura del mismo. (Recycling, 2018)

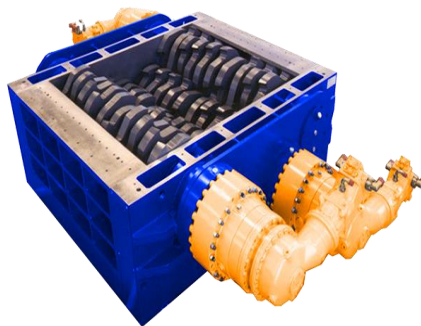


Figura 17 Molino de cuatro ejes

Molino de Dos Ejes

Este molino triturador está diseñado para una alta capacidad de corte con una baja velocidad de sus órganos de corte, los cuales están fabricados en acero de alta aleación anti-desgaste, lo que le permite tener un régimen de consumo energético muy bajo, también se caracteriza por su bajo nivel de ruido en operación, lo que le permite operar en cualquier área ya sea industrial o residencial puesto que no generara repercusión o efectos secundarios en el operario.

La máquina está conformada por dos ejes compuestos de cuchillas o garfios rotatorios que tienen como función principal agarrar el producto, arrastrarlo y cortarlo gracias a la acción de los dos ejes contra giratorios. Los peines distanciadores tiene la función mantener limpio los utensilios facilitando así la descarga de material ya triturado sobre el tamiz. Del mismo modo gracias a su elevada capacidad de trituración y a las diferentes conformaciones de grupos de fresas es posible triturar cuerpos enteros y de diferentes dimensiones

Del mismo modo cuenta con un sistema de control PLC que le permite invertir temporalmente el sentido de giro de las cuchillas o garfios, previniendo así una posible sobrecarga de la estructura y de los elementos de corte, esto con el fin de prevenir daños o fracturas en los mismos. Este molino como el mencionado con anterioridad cuenta con el mismo plan de mantenimiento, ya que sus intervenciones no son complejas y sus partes son similares, lo que permite que sea realizada por el operador de la máquina.

Se podrá observar como es agarrado el producto a triturara, de igual modo la distribución y montaje de los órganos de corte y ejes que los soportan.

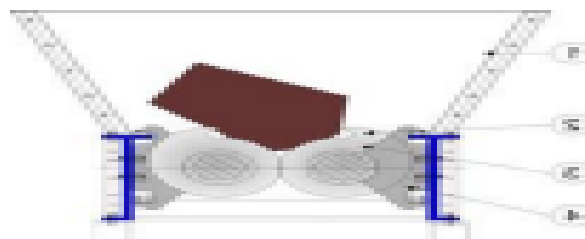


Figura 18 Molino de dos ejes

Molino Mono-Eje

Este molino triturador está diseñado para la trituración de materiales de alto espesor y elevada resistencia al corte, tales como bloques y planchas de plástico, tubos de polímeros extruidos, entre otros. El esquema de funcionamiento del molino triturador es mediante el accionamiento de un cajón hidráulico que empuja el material contra el rodillo dentado que, gracias a su rotación y a la acción de una contra lama, efectúa la pre-rotura y la trituración del material. La salida del producto es cribada mediante una rejilla perforada que determina el tamaño final del triturado.

De igual modo cuenta con sistema de control PLC que le permite invertir temporalmente el sentido de giro del rodillo dentado, esto con el fin de retornar el material en sujeción para evitar sobrecargas de la estructura y de los elementos de corte para prevenir una ruptura o falla en los mismos.

Del mismo modo cuenta con un plan de mantenimiento similar a los molinos expuesto con anterioridad, puesto que no requiere de un equipo y persona calificada para realizar algún tipo de limpieza, lubricación o cambio de los elementos de corte.

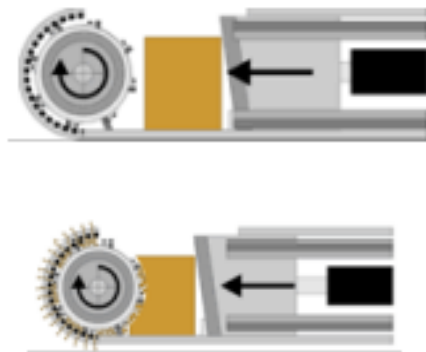


Figura 19 Molino de un eje

Molinos a Altas Revoluciones (250 – 350 RPM)

Se tratan de equipos más simples y fácil de utilizar, no obstante, demandan un mayor consumo energético, puesto que en este caso de trituración no se requiere un par alto, sino por el contrario, se requiere de un par bajo para obtener así una mayor velocidad de giro de los elementos de corte, esto con el fin de obtener un producto más fino que el obtenido con los molinos de bajas revoluciones, (todo esto acorde al proceso posterior que obtendrá el material ya triturado). Los molinos de altas revoluciones están constituidos por 3 o más cuchillas rotatorias que giran solidarias al rotor; y en los extremos cuentan con una o más cuchillas fijas las cuales son graduadas para que con el paso de las cuchillas giratorias se produzcan un efecto de cizalla, lo que permite cortar el material.



Figura 20 Molino Industrial de altas revoluciones

Molino de Cuchillas

Los molinos de cuchillas se encargan de triturar y moler los desechos de plásticos con la ayuda de sus cuchillas. Este molino cuenta con la capacidad de variar la velocidad de giro de los órganos de corte, esto con el fin de variar la velocidad de molienda, lo cual ofrece la ventaja de aumentar la capacidad de desechos triturados en menos tiempo, acelerar el proceso y dar resultados óptimos.

En su cámara de molienda, que es el lugar donde se lleva a cabo todo el proceso, el giro constante de las cuchillas mezcla, trituran y muelen los residuos de plástico. De esta manera se obtienen mezclas homogéneas que facilitan el proceso de reciclaje de plástico.

Este molino está constituido por dos cuchillas fijas y tres rotatorias, que le permite realizar un corte oblicuo que proporciona un corte suave y limpio, estas cuchillas son fabricadas en acero D-2 y tratada térmicamente a 56/58 Rc que garantiza una alta resistencia al impacto y una máxima durabilidad de los filos de corte, de igual modo cuenta con un recubrimiento de carburo de tungsteno que le permite triturar productos abrasivos sin arriesgar la integridad y filo de la cuchilla.

Del mismo modo cuenta con un plan de mantenimiento similar a los molinos expuesto con anterioridad, puesto que no requiere de un equipo y persona calificada para realizar algún tipo de limpieza, lubricación o cambio de los elementos de corte.



Figura 21 Molino de cuchillas, utilizado especialmente para moler la caña de azúcar

CAPITULO 3. Metodología de construcción.



Para el diseño y construcción, se propone la siguiente metodología.

La presente propuesta gira en torno al manejo del Pet como residuo potencial para ser reutilizado a través de su trituración, esto para lograr el objetivo general planteado anteriormente.

El diseño debe cumplir con características especiales para que el proceso de trituración se desarrolle adecuadamente, además de contar con los componentes necesarios para el almacenamiento de las partículas del plástico.



Metodología
1. Selección del tipo de trituradora a construir. A partir de los modelos existentes de trituradoras en el comercio industrial.
2. Explicación del proceso de trituración en base al tipo de trituradora a seleccionar.
3. Selección de materiales resistentes a la intemperie para su construcción.
4. Diseños en solidwork de cada una de las partes importantes de la máquina trituradora de Pet.
5. Construcción. De acuerdo al modelo seleccionado anteriormente.



Tabla de Materiales

Materiales			
No	Nombre	imagen	Unidades
1	Angulo de 1 ½ in	 <p><i>Figura 3:0:1 Angulo de 1/4</i></p>	4 metros
2	Estructura	 <p><i>Figura 3:0:2 Estructura de acero</i></p>	1

3	Motor	 <p data-bbox="695 674 1130 709"><i>Figura 3: 0:3 Motor de 460 revoluciones</i></p>	1
4	Navajas	 <p data-bbox="704 1348 1120 1383"><i>Figura 3:4 Navas cortadas con plasma</i></p>	40 piezas

5	Espaciadores	 <p data-bbox="721 842 1101 873"><i>Figura 3:5 espaciadores de navajas</i></p>	80 piezas
6	Chumaceras	 <p data-bbox="737 1377 1089 1409"><i>Figura 3:7 Chumaceras de 1 1/4</i></p>	4 piezas

<p>7</p>	<p>Lamina antiderrapante</p>	 <p><i>Figura 3:8 Placas de lámina antiderrapante</i></p>	<p>1 placa de 7x3 metros</p>
<p>8</p>	<p>PTR cuadrado de 1 ½ in</p>	 <p><i>Figura 3:9 Tubular (PTR) de 1 1/4</i></p>	<p>1 metro</p>

<p>9</p>	<p>Tornillos de ½ in</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 3:10 Tornillos de ½</i></p>	<p>6 piezas</p>
<p>10</p>	<p>Tornillos de ¼ in</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 3:11 Tornillos de ¼ in</i></p>	<p>6 piezas</p>

CAPITULO 4 Definición de trituración

1.15 Trituración

Se denomina trituración de una manera general, a todo proceso de orden mecánico cuya finalidad el reducir el tamaño de una sustancia solida cualquiera en partes más pequeñas, cuyo tamaño después del proceso puede ser tan reducido quedando la sustancia en polvo si a si se desea.

La trituración es el nombre de los diferentes métodos de procesamiento de materiales. El triturado es también el nombre del proceso para reducir el tamaño de las partículas de una sustancia por la molienda, como por moler los polvos en un mortero con un mazo.

La trituración, además, se refiere a la producción de un material homogéneo a través de la mezcla. La trituración convierte la producción de residuos de post- consumo en un material a granel (material molido, partículas) lo más homogéneo posible.

El proceso de trituración es necesario antes de que se den lugar los subsiguientes pasos del proceso- tanto para obtener nuevos materiales como combustibles secundarios. En numerosas técnicas, la trituración representa el proceso fundamental a partir del cual se realizan los procesos de tratamiento posteriores. Debido a la amplia variedad de materiales que pueden ser triturados, las máquinas acostumbran a ofrecer un alto grado de flexibilidad. (EcuRED, 2012)



Figura 22 Botellas de PET triturado (residuos)

Selección del tipo de trituradora a construir.

1.16 Trituradora de dos ejes

Este molino triturador está diseñado para una alta capacidad de corte con una baja velocidad de sus órganos de corte, los cuales están fabricados en acero de alta aleación anti-desgaste, lo que le permite tener un régimen de consumo energético muy bajo, también se caracteriza por su bajo nivel de ruido en operación, lo que le permite operar en cualquier área ya sea industrial o residencial puesto que no generara repercusión o efectos secundarios en el operario.

La máquina está conformada por dos ejes compuestos de cuchillas o garfios rotatorios que tienen como función principal agarrar el producto, arrastrarlo y cortarlo gracias a la acción de los dos ejes contra giratorios. Los peines distanciadores tienen la función de mantener limpio los utensilios facilitando así la descarga de material ya triturado sobre el tamiz.

Del mismo modo gracias a su elevada capacidad de trituración y a las diferentes conformaciones de grupos de fresas es posible triturar cuerpos enteros y de diferentes dimensiones.

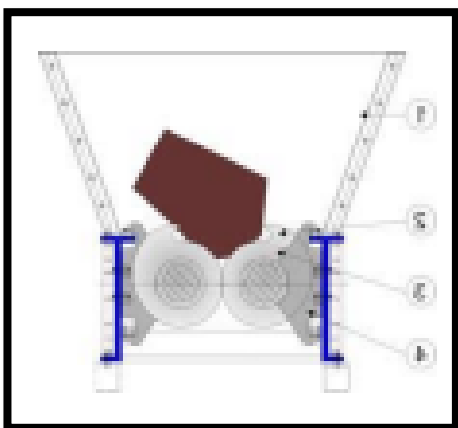


Figura 23 Molino de dos ejes



Figura 24 Molino Industrial de dos ejes

1.17 Técnica de trituración

Principio del funcionamiento de la trituradora de dos ejes

El principio de funcionamiento es similar al del corte por cizalla, el corte es realizado por unas puntas que se encuentran en las cuchillas, estas mismas están montadas sobre los ejes A y B. Las cuchillas presentan un traslape L. Las botellas provenientes de la tolva de alimentación caen por gravedad y se acumula en el punto C donde se produce el corte. Las cuchillas montadas en el eje A sirven de apoyo para la botella, mientras la cuchilla del eje B realiza el corte.

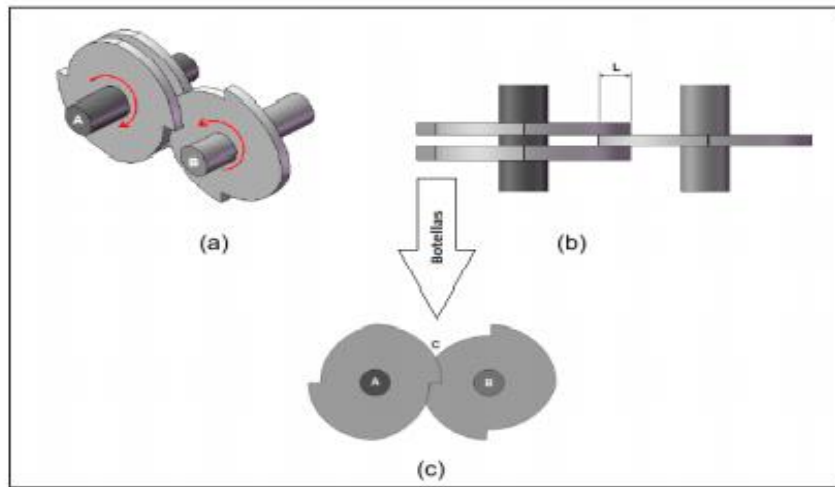


Figura 25 Distancias entre navajas y ejes

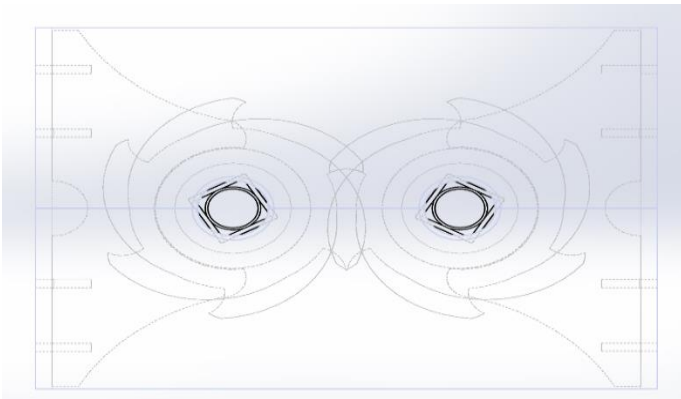


Figura 26 Ajuste de cuchillas en solidwork



Figura 27 Navajas calibradas

Capítulo 5. Diseños en solidwork

La trituradora está compuesta de 4 partes distintas:

1. La caja de cuchillas
2. Motor
3. Estructura
4. Tolva

1.18 Diseño de la caja de cuchillas

Se comenzó por dibujar la figura de un rectángulo para dar forma a una caja, representando el lugar donde se produce el proceso de trituración de las botellas, diseñada para soportar las vibraciones y movimientos de los ejes.

Dimensiones	Medidas
Altura	15 cm
Largo	50 cm
Ancho	48 cm
Grosor	¼ in

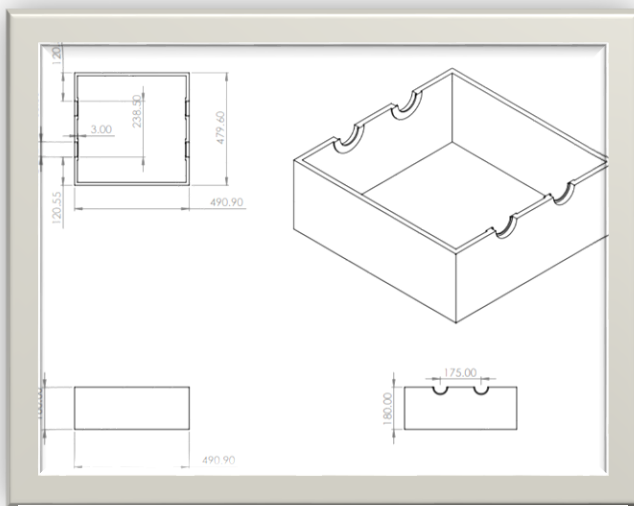


Figura 28 Planos de construcción, caja de cuchillas

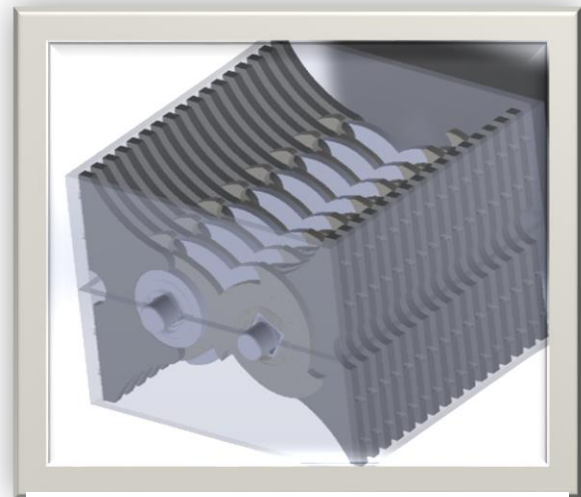


Figura 27 Caja de cuchillas solidwork

1.19 Diseño de la Base

Diseñada con el soporte adecuado para soportar el peso de la tolva y la caja de cuchillas, siendo la estructura encargada de todos los componentes de la máquina trituradora, la estructura es construida de acero sólido, siendo un material resistente en base a su funcionamiento.

Dimensiones	Medidas
Altura	1.50 m
Largo	1.30 m
Ancho	1.50 m
Grosor	½ in



Figura 29 Diseño de la base en solidworck

1.20 Diseño del Motor

Es una de las partes más importantes en el diseño, por lo que debe cubrir y exceder las condiciones extremas de trabajo, el motor permitirá la transmisión del torque generado por los engranes, el cual estos los transmiten hacia los ejes y de esta al proceso de la trituración.

Especificaciones	
MODELO K56AC48F07	VOTLS 110-127/208-203V
HP (KW) 1.0	HZ 60 RPM 3450

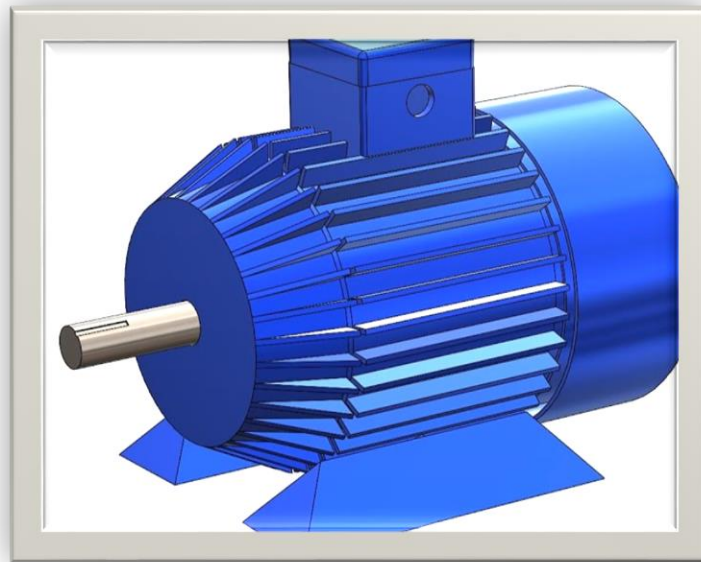


Figura 30 Motor, solidworck

1.21 Diseño de las Navajas

En el diseño de las navajas de corte están considerado por navajas ya existentes en el mercado contando con un diseño hechas para triturar cualquier material, se comenzó por dibujar el centro de $1 \frac{1}{4}$ de pulgadas de diámetro la forma cuadrada presenta ventajas respecto a los ejes y permitirá más fuerza debido a que cuenta con mayor área de contacto y en el exterior cuenta con tres puntas de corte encargadas de triturar el material y disminuir el volumen.

La cantidad de navajas necesarias son de 15 en cada flecha con una separación de 5 mm.

Dimensiones	Medidas
Diámetro	12 cm
Radio	6 cm
Grosor	$\frac{1}{4}$ in
Punta cortadora	3 cm
Eje interno	$1 \frac{1}{4}$ in

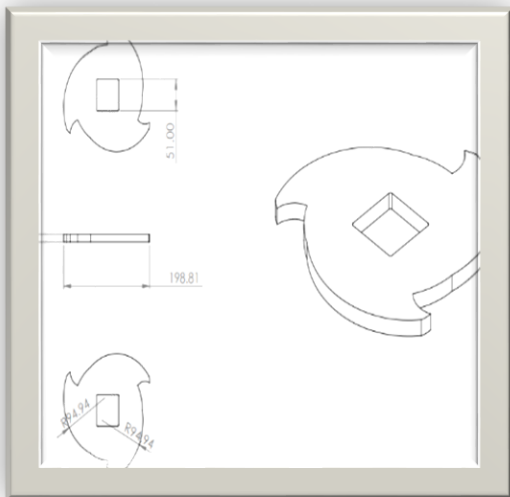


Figura 31 Planos de construcción de las navajas



Figura 32 Diseño de navajas en solidworck

1.22 Diseño de los Ejes

Se diseñó en base al tubular como para representar el PTR de forma cuadrada ya que proporciona un mayor ajuste con las navajas, Son encargadas de transmitir el movimiento rotatorio, se compone de dos piezas la barra de acero y el PTR, la barra de acero tiene un diámetro de 1 ¼ y un largo de 80 cm y el PTR cuenta con un largo de 40 cm con una anchura de 1 ¼ de pulgada, las dos piezas se unen para soportar las navajas y separadores.

Barra de acero	
Largo	80 cm
Diámetro	1 ¼ de pulgada

PTR	
Largo	40 cm
Ancho	1 ¼ de pulgada

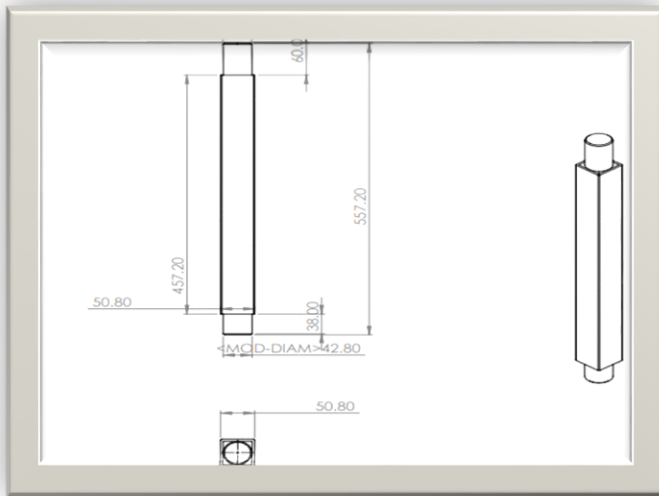


Figura 33 Planos de construcción, ejes

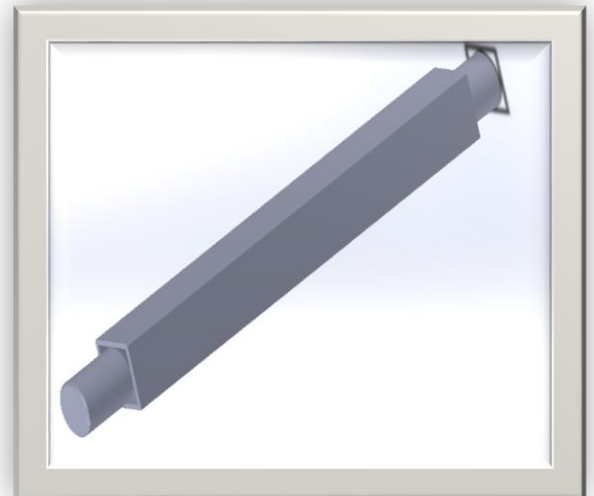


Figura 5:9 diseño de los ejes, solidworck

1.23 Diseño de los Espaciadores

Se diseñó de forma circular con un eje cuadrado para que se pueda acoplar con los ejes, son encargados para que no exista fricción entre cada una de las navajas de corte y las botellas, tienen un diámetro de 30 cm el espesor es de 15 cm y el cuadrado interno es de 1 ¼ de pulgada.

Dimensiones	Medidas
Diámetro	10cm
Radio	5 cm
Eje central	1 ¼ in
Grosor	¼ in

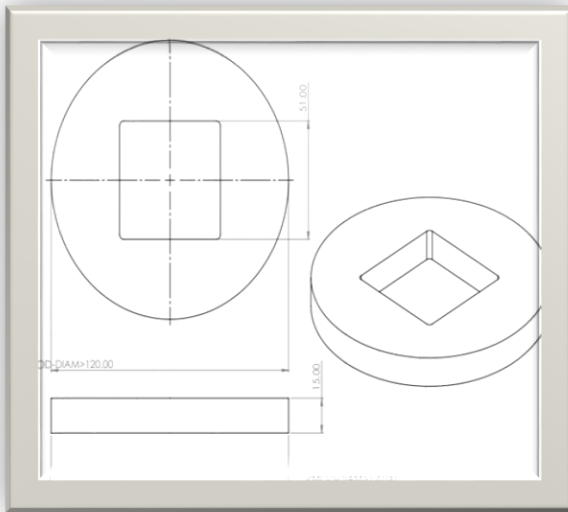


Figura 34 Planos de construcción, separador de navajas



Figura 35 Diseño de los separadores, solidwork

1.24 Diseño de los Engranés

Los engranes son encargados del giro de los ejes, por medio de la fuerza del motor este transmite el giro comenzando el movimiento rotatorio interno.

Dimensiones	Medidas
Diámetro	15
Grosor	1 pulgada
Dientes	40

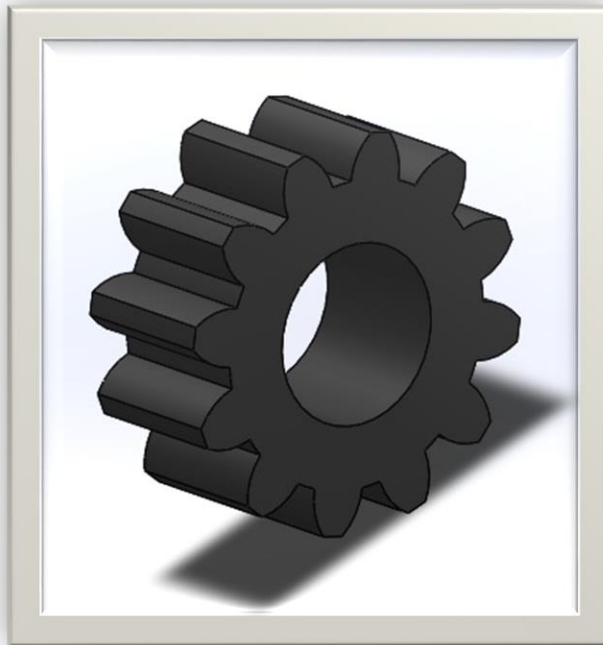


Figura 36 Diseño de un engrane, solidwork

1.25 Diseño de la Tolva

Este diseño es basado en tolvas ya existentes en el mercado contando con un diseño rectangular con capacidad de acumular las botellas.

La tolva está ubicada en la parte superior de la maquina sobre la caja de trituración su función es acumular las botellas para que estas sean procesadas y trituradas, la ventaja gracias al diseño es a su forma rectangular permite acumular el material en su base más corta permitiendo aglomerar el material.

Medidas	Cantidad en (cm)
Altura	80
Área del rectángulo	50 x 70
Grosor	¼ pulgada

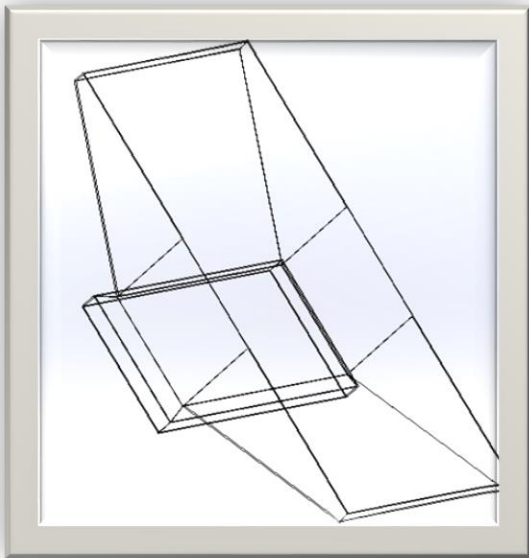


Figura 38 Planos de tolva

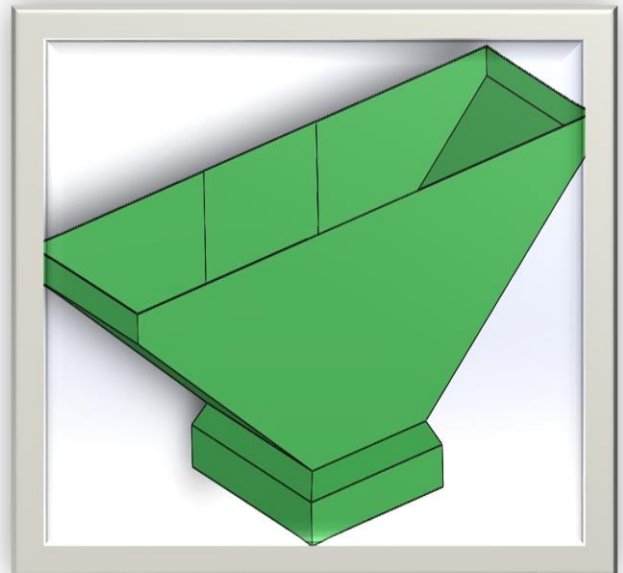


Figura 37 Diseño de la tolva en color verde

Capítulo 6. Construcción.

1.26 Caja de cuchillas

Comenzando con la parte de la caja de cuchillas siendo la parte más compleja de la máquina al contar con las piezas principales de la trituradora. La forma es rectangular con un área de 50x48 cm y una altura de 15 cm. Se utilizó lamina antiderrapante.

Para dar un mayor ajuste se colocaron ángulos en la parte posterior esto para fijarla con la base y la tolva.



Figura 40 Medidas y corte de las placas antiderrapantes



Figura 39 Construcción de la caja de las cuchillas



Figura 41 Aplicación de soldadura en cada lado de la caja de cuchillas

1.27 Estructura

La estructura es donada por la empresa PROMAS siendo de un material rígido, su funcionamiento es soportar el peso de la de la tolva y la caja de las cuchillas. Tomando en cuenta la carga adicional que impone la fuerza de trituración causada por los ejes y el motor.



Figura 42 Estructura de acero



Figura 43 Limpieza de estructura

1.28 Tolva

La construcción de la tolva es de forma rectangular con un área de 60x160 cuenta con una profundidad de 50 cm, siendo la parte principal para que las botellas de Pet caigan hacia las cuchillas, los materiales para su construcción son de lámina antiderrapante y tiras de ángulo.

La tolva cumple una función muy importante en el proceso de trituración, ya que está destinada a contener y conducir el material a los elementos de corte para poder realizar el proceso de trituración, ya que sin esta se generaría grandes desperdicios de energía, tiempo y material en el proceso.

Cuenta con una fabricación de montaje/desmontaje bastante simple, lo que la hace muy compacta.



Figura 45 Construcción de la tolva



Figura 44 Aberturas con el taladro para los tornillos que se ajustan en la estructura

1.29 Motor

Para la fuente de poder se necesita un motor eléctrico de 1.0 HP y 3450 RPM, debemos unir el motor con los ejes para generar la transmisión, posteriormente unirlo con la caja de cuchillas, siendo una de las partes más importantes por lo que debe de cubrir y exceder las condiciones extremas de trabajo.

Cuando el motor y la caja de cuchillas estén listas, solo falta montarlo en la estructura.



Figura 46 Motor eléctrico, cuenta con una potencia de 1.0 caballos de fuerza

1.30 Ejes

Para los ejes se utilizaron dos barras de acero con un diámetro de 1 ¼ de pulgada con una distancia de 80 cm y dos PTR con una distancia de 40 cm de forma cuadrangular para generar un mayor ajuste con las navajas y los separadores, para los ejes se introduciendo la barra de acero en el PTR como lo muestra la imagen.



Figura 47 Barras de acero y tubular de PTR



Figura 48 Construcción de los ejes Rotatorios

1.31 Navajas

Las navas están cortadas con la cortadora de plasma, seguidamente cada una de ellas son pulidas para que no queden con bordes que podrían chocar con otras navajas al momento de triturar, al tener el eje listo se comienzan a montar las cuchillas con los espaciadores. Para su construcción se utilizó una placa antiderrapante de un grosor de $\frac{1}{4}$ de pulgada, cuentan con un diámetro de 12 cm y el eje central de $1 \frac{1}{4}$ de pulgada para que se puedan ajustar a los ejes.



Figura 49 Navaja de lámina antiderrapante cortada con plasma

1.32 Separadores

Los separadores tal como se diseñó en los planos en solidwork, se tomó la figura para después ser cortado por el plasma de forma circular con un eje cuadrado, cabe mencionar que se utilizó una placa completa para más de 80 cortes.



Figura 50 Separadores de navajas

1.33 Pintado



Figura 50 Aplicación de la primera capa de pintura



Figura 51 Estructura totalmente pintada



Figura 53 Aplicación de fondo para la caja de cuchillas



Figura 52 Aplicación de fondo blanco en la parte interna

Finalmente, la trituradora debería tener el siguiente aspecto



Figura 54 Trituradora completa

Capítulo 7. Ubicación y especificaciones

Ubicación

El domicilio donde se encuentra la máquina trituradora de plástico está ubicado en la [Ave. Cesario Ruiz Reyes #301, Progreso Norte, Pabellón de Arteaga, AGS](#)



Figura 55 Empresa PROMAS

1.34 Dimensiones y Especificaciones.

Las dimensiones de la maquina están efectuadas para que un operario pueda manejarla con seguridad realizando un eficiente proceso de triturado. Para la máquina solo es posible conseguir la máxima productividad por medio de una equilibrada potencia del motor y la agilidad del operario.

Se trata de la interacción entre el usuario y la caja de triturado esto hace que la maquina consiga la máxima productividad.

ESPECIFICACIONES	
Peso	200 kg
Altura	2.50 metros
Velocidad del motor	3450 rpm
Potencia motor (kw)	1.0 hp
Numero de cuchillas	40 piezas
Rendimiento	50 kg/h
Diámetro del rotor	1'1/4 in

Dimensiones

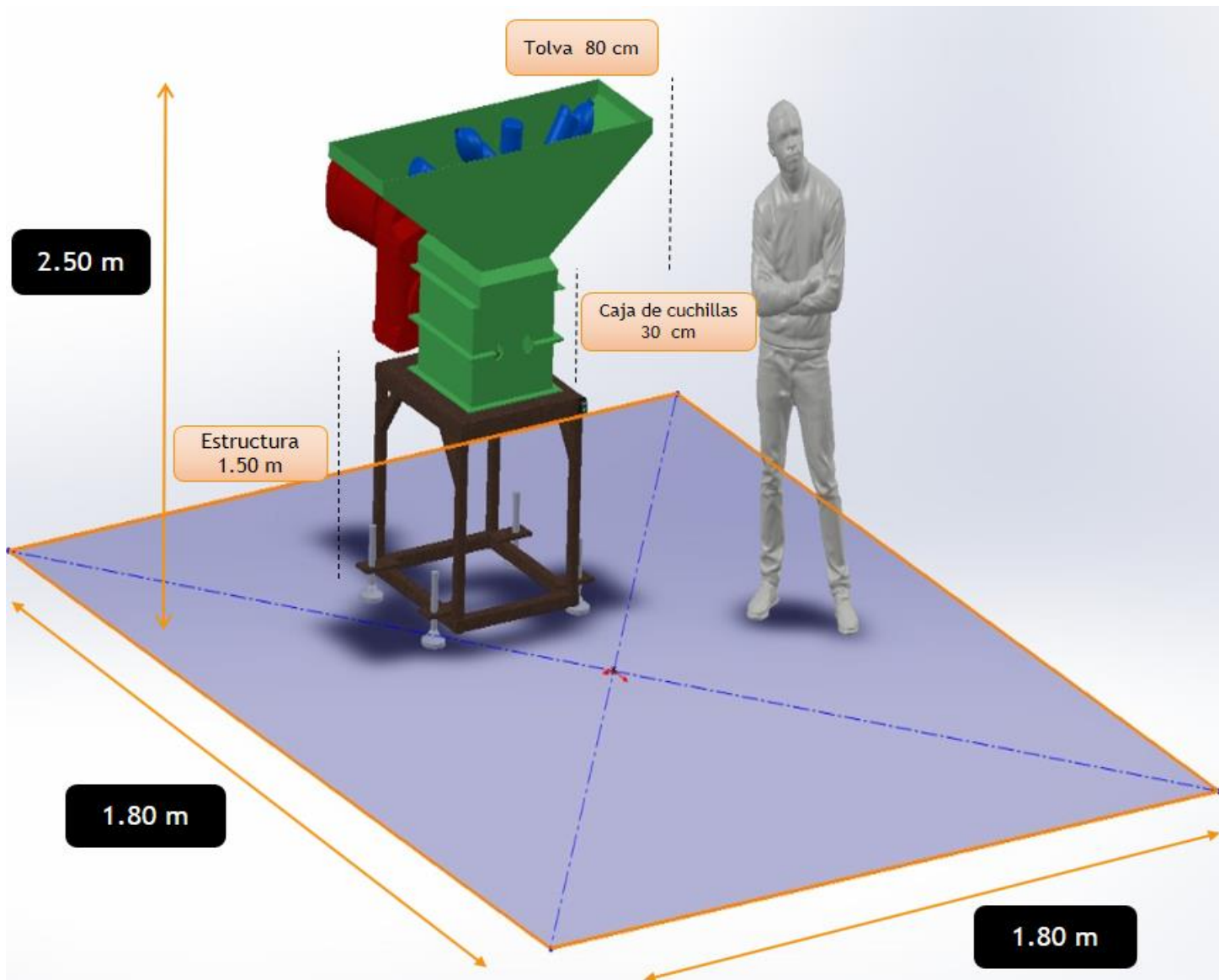


Figura 57 Dimensiones de la maquina altura, largo y ancho

1.35 Lay out

Distribución de espacios y áreas de trabajo (área de separación, aplastado de botellas, trituración).

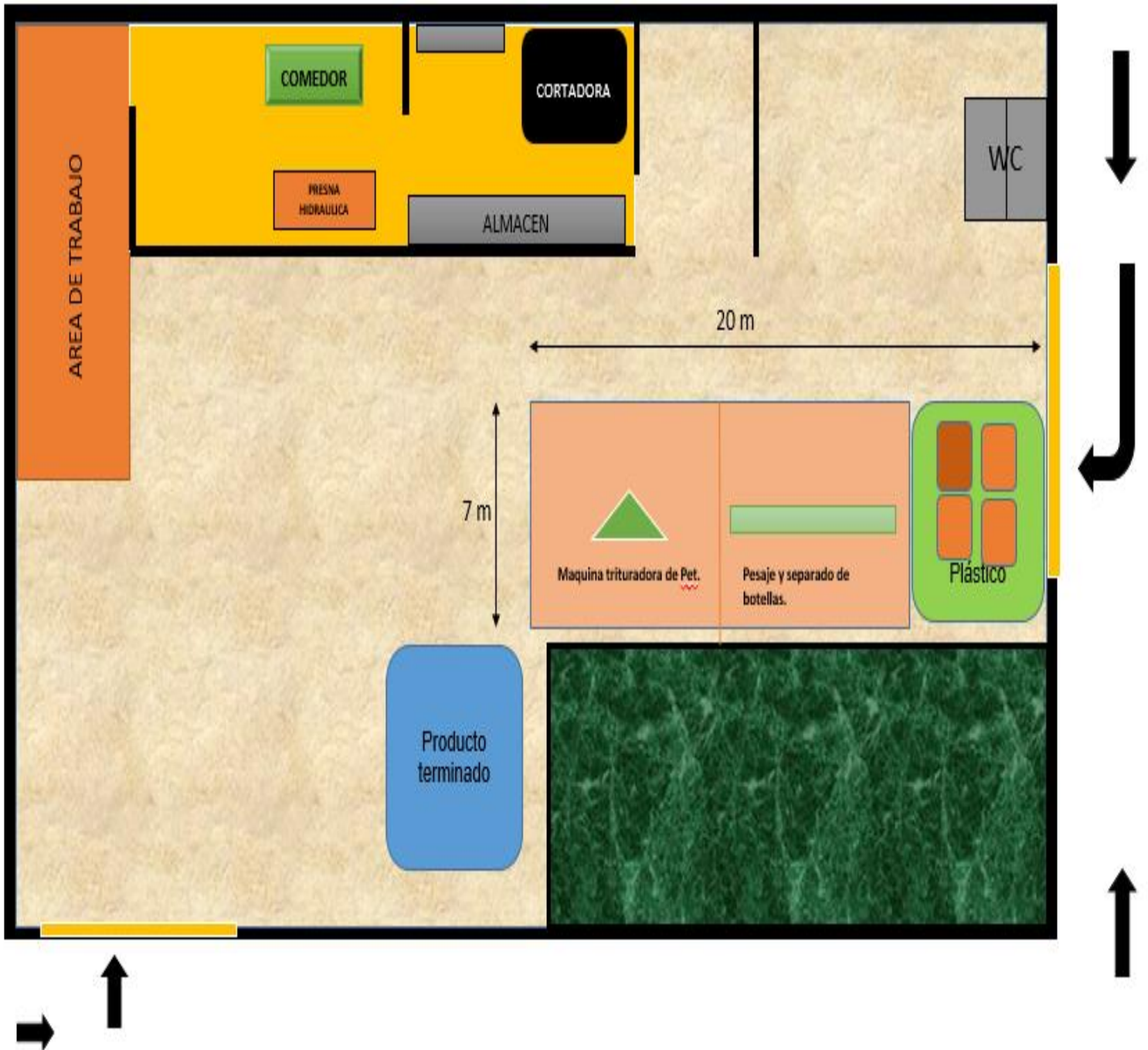

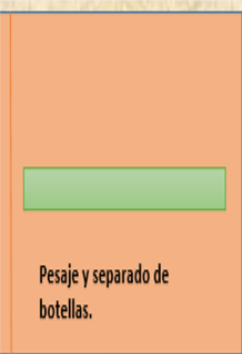
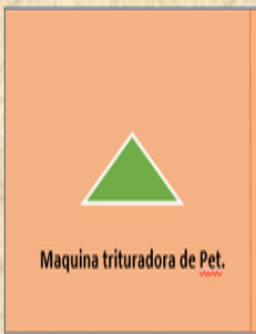



Figura 59 Lay OUT de la empresa PROMAS

Especificación de las áreas de trabajo y descripción.

LUGAR	DESCRIPCION	DIMENSIONES DEL AREA
 <p>Plástico</p>	<p>Re colectación de botellas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es el área re colectación y de acumulación, provenientes de los diferentes lugares de la región. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con un área de trabajo de 6 x 7 metros
 <p>Pesaje y separado de botellas.</p>	<p>Pesaje y separado de Pet</p> <ul style="list-style-type: none"> • La separación de botellas por colores son clasificándolas de acuerdo a los colores verde, transparente, azul y otros. • Se pesa la cantidad de botellas recolectadas aun sin triturar. 	<ul style="list-style-type: none"> • El área de pesaje y separado es de 5 x 7 metros.
 <p>Maquina trituradora de Pet.</p>	<p>Maquina trituradora de Pet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proceso de trituración, las botellas son vaciadas a la maquina para ser trituradas transformándolas en pequeños pedazos de plástico reutilizables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con un espacio de 6 x 7 metros para la maquina.
 <p>Producto terminado</p>	<p>Producto terminado</p> <ul style="list-style-type: none"> • La molienda de las botellas son almacenadas en bolsas de 20 kg para después ser vendidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El área de almacenamiento es de 5 x 7 metros.

Capítulo 7. Rendimiento de trituración KG/H

Rendimiento de trituración KG/H

Luego de colocar la cantidad de botellas necesarias para el proceso de triturado, se obtuvo que en los primeros 5 minutos de trituración se logró acumular poco más de 5 kg con una calidad promedio de botellas trituradas, lo cual garantiza una calidad óptima ya que en un lapso de una hora, la máquina pudo acumular 20 kg/h es en base a estos datos que se puede determinar que la máquina trituradora de forma acertada una mayor cantidad de botellas.

<i>Botellas de plástico(kg)</i>	<i>Tiempo de triturado</i>
<i>1 kg</i>	1 minuto
<i>5 kg</i>	5 minutos
<i>8 kg</i>	10 minutos
<i>10 kg</i>	15 minutos
<i>13 kg</i>	20 minutos
<i>15 kg</i>	40 minutos
<i>20 kg</i>	1 hora

CAPITULO 8. Resultados

Resultados

Después de haber hecho un análisis de los desechos mayormente generados en el estado de Aguascalientes, la empresa PROMAS y un servidor nos percatamos que el desecho con más acumulación en el estado es el PET, es por eso que optamos por fabricar la máquina de trituración.

Con esto logramos que todos los habitantes de nuestro municipio de Pabellón de Arteaga, fomenten la cultura de acumular botellas y llevarlas a la venta para posteriormente darle el proceso de triturado y poder llevarlo a la venta a empresas que generan productos con PET.

Después de haber realizado la investigación de que tipos de máquinas existen en el mercado desarrolle mi prototipo tomando en cuenta cada uno de los materiales para realizar todas las partes que conforman a la máquina, obteniendo una máquina con una muy buena capacidad de triturado en un lapso de tiempo muy corto obteniendo así una buena cantidad de trituración durante el día.

El punto de mejora con mayor importancia en nuestro proyecto fue el “reciclaje del PET” ya que partiendo de esta necesidad fue que fuimos desarrollando paso a paso este proyecto, con este punto se logró hacer conciencia en los habitantes sobre la importancia de reciclar, así disminuyendo la acumulación de desechos y dando paso a darles un nuevo procesamiento para obtener nuevos productos.

Resultados del antes y después de cada componente de la máquina trituradora

Antes



Figura 60 Estructura

Después



Figura 61 Estructura final

- La estructura de la maquina conto con varios factores de re trabajo como limpieza, lijado y pintado, es un buen componente ya que cumple como base para sostener y estabilizar todos los demás componentes de la trituradora.

Antes



Figura 62 unión de tolva

Después



Figura 63 Tolva

- La tolva cumple con el acumulamiento de material, cuenta con un área de vaciado grande logrado acumular varios kg de botellas, siendo un factor clave al efectuar la caída de botellas.



Figura 64 Área de trituración

- Para la unión de la tolva y la caja de trituración fue importante el diseño, de manera en que podamos prevenir fugas de material por la brecha entre la tolva y la caja de cuchillas.

Antes

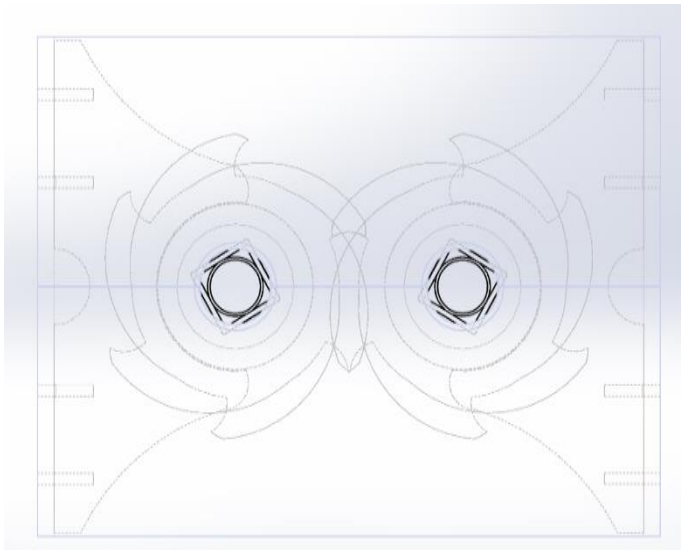


Figura 65 Navajas solidwork

Después



Figura 66 Ajuste entre navajas

- La separación entre cada una de las cuchillas aumenta la eficiencia de trituración y asegura la correcta dirección de movimiento de los materiales dentro de la caja de trituración, además reduce la fricción experimentada por los materiales.

Antes



Figura 67 Máquina trituradora en construcción.

Después



Figura 68 finalización de máquina trituradora de botellas de PET construida y ubicada en la empresa PROMAS Aguascalientes.

- Es uno de los proyectos más completos ya que al diseñar el equipo, aseguramos la integridad del objetivo principal de construcción de esta máquina de trituración. Esto fue posible ya que cuidamos cada detalle de cada uno de los elementos que lo conforman garantizando un alto rendimiento de trituración.

Conclusión

Fue de alta gratificación poder realizar este proyecto, el hecho de diseñar una máquina trituradora de PET, ante la ejecución de este proyecto deja una gran satisfacción profesional, el proyecto es totalmente viable, tanto desde un punto de vista tecnológico como desde la perspectiva económica.

Considero que la viabilidad del proyecto con lleva al hecho del sector económico al que va dirigido como lo es el reciclaje, además de que la máquina produce muy buena rentabilidad, siendo lo suficientemente comercial, ejecutando un buen proceso de trituración y la calidad del producto final, generando utilidad lucrativa para la empresa comenzando en el mercado del reciclaje resultando ser un proyecto innovador funcional a corto plazo y a largo plazo.

Para la ejecución y comienzo de los diseños de la maquina realice una pequeña investigación de los tipos de trituradoras que existen en el mercado industrial, el tipo de trituradora que se diseñó, pertenece a los modelos de doble eje siendo el más factible para este tipo de material a triturar, en base a mi especialidad en la ingeniería industrial proyecto un diseño creativo enfrascándome con las diferentes partes que la componen, además al conseguir los parámetros necesarios para el diseño de la máquina trituradora fue necesario utilizar la herramienta de solidwork ya que me permitió diseñar un prototipo ajustable para la empresa al utilizar material de poco costo, ahorrando material para su construcción, energía eléctrica y con las condiciones mínimas de re trabajo.

Por otra parte, en base a la construcción se realizaron actividades para construir cada una de las partes importantes de la máquina, además de utilizar nuevas herramientas de medición y calibración también como lo fue el utilizar la cortadora de plasma, el torno y la máquina para soldar, logrando llevar acabo las correctas medidas de acuerdo a los diseños en solidwork, además de adquirir nuevos conocimientos prácticos.

El impacto de la máquina sobre el entorno laboral en la empresa y el medio ambiente son realmente significativas ya que no se producen emisiones de polvo resultantes de la trituración más que solo ruido y vibraciones, a un que se reducen a la mínima expresión siempre que se trabaje en las condiciones adecuadas. Además, se logró reciclar botellas de plástico, logrando con ello, optimizar lugares de acopio utilizados en la recolección de botellas de plástico en la región.

Los rendimientos de la máquina también se han optimizado al máximo puesto que se construyó un equipo con capacidad de triturar 15 kg por 30 minutos de trituración continua, la maquina cuenta con grandes capacidades de trituración y con una gran área de almacenamiento para las botellas de PET.

Con la construcción de esta máquina la empresa PROMAS contarán con un equipo para triturar toda la gama de envases plásticos, obteniendo un valor agregado a través de la investigación y construcción de máquinas de este tipo.

Bibliografías

Crudo, E. e. (19 de Julio de 2019). *En estado Crudo*. Obtenido de En estado Crudo :
<https://www.enestadocrudo.com/tipos-plastico/>

EcuRED. (12 de Junio de 2012). *Trituración*. Obtenido de Trituración:
<https://www.ecured.cu/Trituraci%C3%B3n>

Escobar, J. P. (06 de Abril de 2015). *Análisis de estadísticas del INEGI sobre residuos sólidos urbanos*. Obtenido de Análisis de estadísticas del INEGI sobre residuos sólidos urbanos: <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2015/01/09/analisis-de-estadisticas-del-inegi-sobre-residuos-solidos-urbanos/>

Europe, P. (10 de julio de 2018). *Plastic Europe*. Obtenido de Plastic Europe :
<https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/large-family>

Florensi, B. (12 de Enero de 2012). *Company Profile*. Obtenido de Company Profile:
<http://www.folcieri.com.ar/storia.html>

Mariano. (30 de Mayo de 2011). *Tecnología de los plásticos* . Obtenido de Tecnología de los plásticos : <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>

polimeros, T. e. (08 de Junio de 2016). *Todo en polimeros* . Obtenido de Todo en polimeros : <https://todoenpolimeros.com/2016/06/08/la-parkesina-el-primer-plastico/#:~:text=El%20invento%20del%20primer%20pl%C3%A1stico,fabricaci%C3%B3n%20de%20bolas%20de%20billar.>

Recycling, I. (06 de Diciembre de 2018). *Isve Group*. Obtenido de Isve Group:
<https://www.isverecycling.com/es/trituradoras-industriales-de-cuatro-arboles/>

Anexos

