

**ESTUDIO DE ALTERNATIVA AL PROCESO DE RECICLAJE DEL PLÁSTICO
PET EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA**

**CINDY JULIETH PERILLA TABARES
CÓDIGO: 538115**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2017**

**ESTUDIO DE ALTERNATIVA AL PROCESO DE RECICLAJE DEL PLÁSTICO
PET EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA**

**CINDY JULIETH PERILLA TABARES
CÓDIGO: 538115**

**Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero
Industrial**

**Director
Luis Francisco Pedraza Archila
Dr. en Ciencias Químicas**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2017**



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5 CO)

Esto es un resumen legible por humanos del [Texto Legal \(la licencia completa\)](#).

[Advertencia](#)

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

Ingeniero Luis Francisco Pedraza Archila

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C., 26 de Mayo, 2017

A Dios y a todos los que han hecho posible
este gran logro para mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.1.1 Inicios Del Plástico	14
1.1.2. El Plástico A Nivel Mundial	14
1.1.3. Organizaciones Comprometidas Con El Ambiente	16
1.1.4 Objetivos De Desarrollo Sostenible	18
1.1.5. Residuos Plásticos En Colombia	20
1.1.6. Reciclaje Del Plástico.....	21
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
1.2.1 Descripción del Problema	23
1.2.2 Formulación del Problema.	24
1.3 OBJETIVOS	24
1.3.1 Objetivo General.	24
1.3.2 Objetivos Específicos.....	25
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	25
1.5 DELIMITACIÓN	26
1.5.1 Espacio	26
1.5.2 Tiempo	26
1.5.4 Alcance.	26
1.6 MARCO DE REFERENCIA.....	26
1.6.1 Marco Teórico	26
1.6.2 Marco Conceptual.....	34
1.6.3 Marco Legal	38
1.7 METODOLOGÍA	39
1.7.1 Tipo de estudio	39
1.7.2 Fuentes de Información.	39
1.8 DISEÑO METODOLÓGICO.....	39
2. DESCRIPCIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	41
2.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	41
2.2 TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS.....	43

2.3 ALMACENAMIENTO TEMPORAL INICIAL	45
2.4 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE INTERNO	47
2.4.1 Técnicas usadas para la recolección	47
2.5 CLASIFICACIÓN INTERNA.....	48
2.6 ALMACENAMIENTO	48
3. PROPUESTA PARA EL MANEJO DEL RESIDUO PLÁSTICO PET EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.....	50
3.1 MATERIALES USADOS	50
3.2 PROCESO DE FABRICACIÓN.....	51
3.2.1 Caja trituradora.	51
3.2.2 Fuente de poder.....	51
3.2.3 Estructura.....	51
3.2.4 Tolva.	51
3.3 BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL APROVECHAMIENTO DEL PET EN LA UNIVERSIDAD USANDO LA MÁQUINA TRITURADORA	51
4. ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN EN LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL ADECUADO MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	56
4.1 JORNADA DE CAPACITACIÓN EN OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	56
4.2 SENSIBILIZACIÓN E INSTALACIÓN DE PUNTO ECOLÓGICO EN LA SEDE EL CLAUSTRO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.....	57
5. LA PROPUESTA	58
5.1.DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	58
5.2 BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA	58
5.3 BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA PROPUESTA.....	58
5.4 BENEFICIOS SOCIALES DE LA PROPUESTA	58
6. CONCLUSIONES	59
7. RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
ANEXOS.....	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Categorización del plástico.	15
Tabla 2: Tipos de plásticos según sus propiedades	27
Tabla 3: Especificaciones de la máquina trituradora.....	30
Tabla 4: Especificaciones de la máquina extrusora	31
Tabla 5: Especificaciones de la máquina inyectora	32
Tabla 6: Especificaciones de la máquina compresora	33
Tabla 7: Jornadas de recolección de información.....	41
Tabla 8: Identificación de áreas generadoras	41
Tabla 9: Tipos de residuos generados en cada área	43
Tabla 10: Tipos de residuos generados en cada área	44
Tabla 11: Tipos de recipientes	45
Tabla 12: Puntos del almacenamiento.....	48
Tabla 13: Materiales para la construcción de la máquina trituradora.....	50
Tabla 14: Datos para realizar el estudio económico	52
Tabla 15: Generación aproximada de botellas por periodos de tiempo en la Universidad Católica de Colombia	53
Tabla 16: Equivalencia entre unidades de botellas generadas y kilogramos de plástico PET	54
Tabla 17: Proyección de ganancia económica por venta de residuo plástico PET triturado.....	54

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Producción mundial de plástico por región económica, 2012 (porcentajes).....	15
Gráfica 2: Indicador de la disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana en el periodo 2002 -2016	21
Gráfica 3: Crecimiento anual de recuperación de botellas PET para proceso. ENKA Colombia.....	22
Gráfica 4: Cantidad de botellas de plástico PET usadas al día en promedio por los estudiantes encuestados	52
Gráfica 5: Porcentaje de reutilización de la botella de plástico PET usada al día..	52

TABLA DE FIGURAS

FIGURA 1: Máquina trituradora	31
FIGURA 2: Máquina extrusora.....	32
FIGURA 3: Máquina inyectora	33
FIGURA 4: Máquina compresora.....	34
FIGURA 5: Residuos sólidos encontrados en los puntos ecológicos de recolección	46
FIGURA 6: Carro transportador ubicado en Las Torres.....	47
FIGURA 7: Punto de almacenamiento del material clasificado - Sede El Claustro	49
FIGURA 8: Población estudiantil Universidad Católica de Colombia 2016	53
FIGURA 9: Capacitación en ODS - Universidad Libre de Bogotá.....	56
FIGURA 10: Acompañamiento en proyecto ARCO.....	57

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Planos Máquina Trituradora.....65

GLOSARIO

MÁQUINA TRITURADORA DE PET: Una máquina trituradora de PET tiene como objetivo transformar el plástico PET en partes más pequeñas para ser incluidas como insumo de un ciclo productivo. Su funcionamiento es mecánico y funciona con energía eléctrica, la trituración se hace con una serie de cuchillas distribuidas en un eje, la capacidad dependerá de las características de la máquina.¹

PET: Polietileno Tereftalato, es un polímero cuyas moléculas contienen solamente elementos orgánicos, siendo estos carbono, oxígeno e hidrógeno. El PET fue desarrollado por la British Calico Printers en 1941, para fabricar fibras sintéticas, luego se usó como película para empaquetar y empezando los años setentas se desarrolló la técnica para expandir botellas, uso que mayor demanda tiene actualmente.²

POS-CONSUMO: El término se refiere al uso y manejo que se le da al material que queda después de haber utilizado un bien, este material al desecharse se convierte en residuo y puede llegar a ser transformado para integrarse en la cadena productiva de otro producto.³

RECICLAJE: Es el proceso que se realiza para recuperar aquellos materiales que después de ser extraídos de la naturaleza, transformados y/o consumidos se pueden aprovechar para reincorporarlos en un ciclo productivo, con el objetivo de obtener beneficios económicos, ambientales y/o sociales.⁴ Este proceso puede tener varias etapas como la separación, clasificación, reutilización, transformación y/o comercialización.⁵

¹ MÁQUINAS PESADAS.ORG. Concepto máquina trituradora. [en línea]. España: [citado marzo, 2017]. <https://www.maquinariaspesadas.org/maquinaria-agricola/trituradoras/>

² GARCÍA OLIVARES, Arnulfo Arturo, Recomendaciones táctico operativas para implementar un programa de logística inversa, Estudio de caso en la industria del reciclaje del plástico, México: Documento PDF, p.149

³ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Sistemas de Gestión Ambiental. , [en línea]. Bogotá: [citado, marzo, 2017]http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=b4983c04-511f-4064-a4d9-3245cbc98afa&groupId=24732 Documento PDF, p.149

³ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Sistemas de Gestión Ambiental. , [en línea]. Bogotá: [citado, marzo, 2017]http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=b4983c04-511f-4064-a4d9-3245cbc98afa&groupId=24732

⁴ CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE, Glosario de términos sobre el reciclaje, [en línea]. España: [citado 20, marzo, 2017]. <http://habitat.ag.upm.es/boletin/n2/n2glosar.html>

⁵ ALCALDÍA DE BOGOTÁ, Proyecto de acuerdo N° 071 de 2010, [en línea]. Colombia: [citado 20, marzo, 2017]. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38899>

INTRODUCCIÓN

Temas como la producción y consumo del plástico preocupan al mundo, según estudio hecho por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); “se calcula que cada año 6,4 millones de toneladas de residuos terminan contaminando el agua de los mares y de estos entre el 60% y 80% son plásticos”.⁶

Estudios como Sustainable Cities Index 2016 realizados por consultoras de talla mundial como Arcadis y la organización C40 (Cities climate Leadership Group) buscan clasificar y dar a conocer las ciudades más sostenibles del mundo, ésta es una motivación para que las ciudades e industrias transformen sus sistemas de tal manera que, además de generar beneficios económicos en sus procesos de crecimiento también trabajen en políticas ambientales que apoyen sus procesos misionales. Organizaciones como Green Peace, World Wildlife Fund (WWF), World Nature Organization (WNO), Friends of the Earth, tienen claros estos objetivos y están comprometidas con la conservación, investigación y restauración del medio ambiente.

En la última década se ha reconocido la necesidad de invertir recursos en temas como la educación ambiental, ya que finalmente son las personas desde sus hogares, colegios, universidades u organizaciones las que con sus aportes pueden llegar a contribuir al cuidado del medio ambiente que los rodea. En la Universidad Católica de Colombia, una institución de educación superior, se realizan campañas como el uso de medios alternativos de transporte, aprovechamiento adecuado de los recursos, promoción de estilos de vida saludable; que benefician a las personas dentro de la comunidad universitaria y cuyo objetivo es generar un aporte ambiental desde la educación.

Este trabajo presenta una propuesta para aprovechar el residuo plástico PET que se genera en la Universidad Católica de Colombia; se identifica el proceso actual de Gestión de los Residuos Sólidos con el fin de conocer su situación actual y las mejoras que se podrían realizar, a partir de esta información se reconoce la utilidad que tendría una máquina trituradora de PET y se realiza el prototipo estudiando sus beneficios, por último se realiza un ejercicio de sensibilización a la comunidad universitaria sobre la importancia de aprovechar y disponer los residuos plásticos de forma adecuada.

⁶ DERRAIK, J. G. B. 2002, “The Pollution of the Marine Environment by Plastic Debris: A Review.” Marine Pollution Bulletin, 44, 842–85

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Inicios Del Plástico

Desde el inicio de los tiempos se ha contado con polímeros naturales como el ambar, el hasta natural, la goma de laca y la gutapercha, usados en procesos naturales, rituales egipcios, elaboración de objetos cotidianos por trabajadores europeos en el medioevo o como recubrimiento de objetos por los indígenas de las indias orientales.⁷ Materiales como el caucho, la caseína, la ebonita y el celuloide, descubiertos durante el siglo XIX fueron la base para la creación de los polímeros modernos.

“La bakelita fue el primer polímero completamente sintético, fabricado por primera vez en 1909. Recibió su nombre del de su inventor, el químico estadounidense Leo Baekeland. La baquelita es una resina de fenol formaldehído obtenido de la combinación del fenol (ácido fénico) y el gas formaldehído en presencia de un catalizador; si se permite a la reacción llegar a su término, se obtiene una sustancia bituminosa marrón oscura de escaso valor aparente. Pero Baekeland descubrió, al controlar la reacción y detenerla antes de su término, un material fluido y susceptible de ser vertido en moldes”⁸

La baquelita abrió las puertas a un sin número de objetos, como teléfonos, ceniceros, radio, que permitieron dejar de lado los polímeros naturales y dedicarse a la producción industrializada de este material. En 1915 se descubre el proceso de co-polimerización que dio lugar a una gran variedad de tipos de plásticos. En 1935 aparece la técnica de termoplásticos, trayendo consigo materiales conocidos hoy día como el poli cloruro de vinilo, el poli estireno, entre otros, generando un gran desarrollo industrial.

1.1.2. El Plástico A Nivel Mundial

A nivel mundial se utiliza el plástico de manera cotidiana; para la industria como materia prima o insumos, en la comercialización para embalajes o empaques y como uso cotidiano en muebles, accesorios, ropa, alimentos. Es por esto que el uso del plástico ha mantenido un crecimiento constante desde 1950.⁹ Siendo

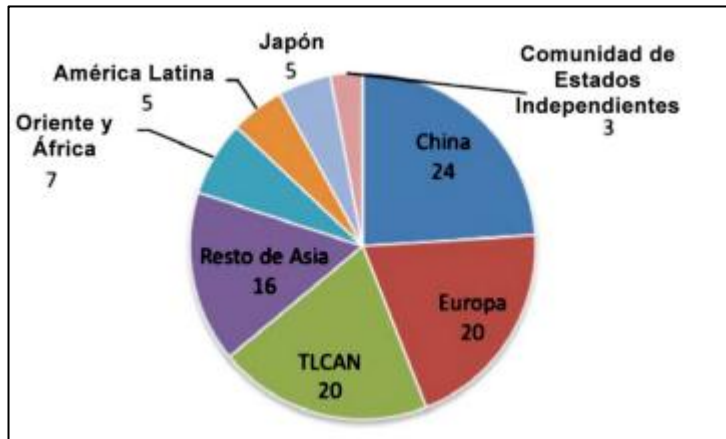
⁷ GARCÍA, Sergio, 2009, Revista Iberoamericana de Polímeros García, [en línea]. PDF [citado Abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>

⁸ MIRAVETE, Antonio “Los nuevos materiales en la construcción”. Editorial Antonio Miravete. 2ª Edición. Universidad de Zaragoza, 1995

⁹ PÉREZ, Juan Pablo, Revista Comercio Exterior, Vol. 64, Nº5, septiembre y octubre de 2014 La industria del plástico en México y el mundo. [en línea]. [citado Abril, 2017]. Disponible en Internet: http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf

China y Europa los mayores productores a nivel mundial con un 40% de participación en el mercado. (Véase gráfica 1)

Gráfica 1: Producción mundial de plástico por región económica, 2012 (porcentajes)



Fuente: Plastic Europe, Plásticos. Situación en 2012, Bélgica.

Plastics Europe realiza la categorización del plástico y se evidencia que el polietileno, polipropileno y el poli cloruro de vinilo son los tipos de plásticos más producidos a nivel mundial, utilizados más frecuentemente en empaques, almacenamiento, artículos de uso cotidiano y construcción.

Tabla 1: Categorización del plástico.

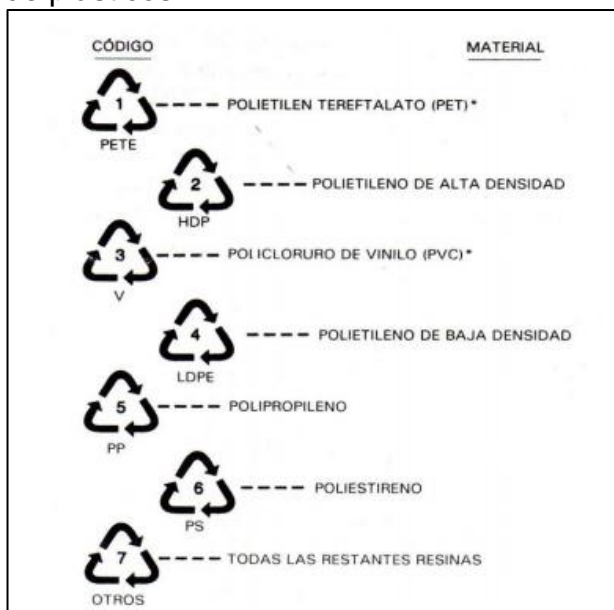
Producción por tipo de Plástico	
Categorías	
1	Polietileno, incluidos el polietileno de baja densidad (PEBD), el polietileno lineal de baja densidad (PELBD) y el polietileno de alta densidad (PEAD).
2	Polipropileno (PP).
3	Poli cloruro de vinilo (PVC).
4	Poli estireno sólido (PS) y expandido (PS-E).
Tabla 2: (Continuación) Categorización del plástico.	
5	Polietileno tereftalato (PET).
6	. Poliuretano (PUR)

Fuente: Revista Comercio Exterior, La industria del plástico en México y el mundo.¹⁰

1.1.3. Organizaciones Comprometidas Con El Ambiente

Desde 1942 inicia la creación de sociedades que impulsaban la investigación que permitiera mejorar las características físicas y químicas de los plásticos, como el caso de la SPE (Society of Plastic Engineers)¹¹. Debido a esta gran inversión se lograron desarrollar plásticos para todas la necesidades, lo que facilitó la vida de las personas, pero así como se producían diversidad de tipos de plásticos en masa, así mismo se desechaban, lo que llevó al Bottle Institute de la Society of the Plastics Industry a crear un sistema para identificar los tipos de plásticos y aportar a posibles procesos de clasificación y posterior recuperación. (Véase Figura 1)

Figura 1: Códigos recomendados por el Plastic Bottle Institute para la identificación de plásticos.¹²



Fuente: Revista Iberoamericana de Polímeros García

Desde octubre de 1984 la Comisión Mundial sobre el medio ambiente y desarrollo planteó la necesidad de formular acciones que permitieran un desarrollo sostenible

¹⁰ PÉREZ, Juan Pablo, Revista Comercio Exterior, Vol. 64, N°5, septiembre y octubre de 2014 La industria del plástico en México y el mundo. [en línea]. [citado abril, 2017]. Disponible en Internet: http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf. Op Cit

¹¹ RICHARDSON & LOKENSGARD. "Industria del plástico". Ed. Paraninfo. Madrid, 2002. Pág. 35

¹² GARCÍA, Sergio, 2009, Revista Iberoamericana de Polímeros García, [en línea]. PDF [citado Abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>. Op Cit

en el tiempo, ya que dicho desarrollo estaba conduciendo al aumento de la pobreza, vulnerabilidad y degradación del medio ambiente.¹³

Organizaciones reconocidas en materia ambiental han trabajado constantemente tanto en el sector público como el privado para establecer políticas, campañas, iniciativas y proyectos que promueven la participación activa y el compromiso en la disminución de la huella ambiental.

Eventos como la Cumbre de Rio de Janeiro realizado en 1992, la Conferencia de las Partes (COP) realizado desde 1994 y compuesta por 196 estados constituye el órgano supremo de la convención de las naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), el protocolo de Kyoto en 1997, la Cumbre Rio + 20 en el 2012, el acuerdo de Paris llevado a cabo en el 2016, son una pequeña muestra de los esfuerzos que se hacen para proteger el ambiente y las personas que habitan en él. Campañas de limpieza como la realizada en el 2009 en 108 países con la participación de 498.818 voluntarios recuperando 3.357 toneladas de residuos en el mar, entre ellas 1.126 millones de unidades de bolsas¹⁴ y estudios realizados sobre Smart cities motivan constantemente un cambio estructural en todas las ciudades.

Las Naciones Unidas logró aprobar en la cumbre mundial de desarrollo sostenible, realizada en septiembre de 2016, la agenda 2030 donde se definen los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible con la participación de más de 150 dirigentes; estos pretenden hacer frente a tres problemáticas en los próximos 15 años:

Acabar con la pobreza extrema,
Luchar contra la desigualdad y la injusticia
Combatir el cambio climático.

Los objetivos de desarrollo sostenible a nivel mundial entraron en vigencia desde el 1 de enero de 2017 y “en los próximos 15 años, los Gobiernos centrarán su atención en tratar de alcanzar los Objetivos, pero eso no significa que todo el trabajo recaiga en ellos, el sector privado, las organizaciones de la sociedad civil y las personas comunes pueden ayudar a acelerar la consecución de los ODS.”¹⁵ y requieren, además de buenas intenciones acciones concretas que permitan un cambio significativo.

¹³ BRUNDTLAND, Gro Harlem, 1987, Informe Brundtland, Our Common future [en línea]. PDF [citado Abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

¹⁴ INTERNATIONAL COASTAL CLEANUP, 2010, Informe, Trash Travel, [en línea] [citado, Abril, 2017]. Disponible en Internet: http://act.oceanconservancy.org/images/2010ICCRReportRelease_pressPhotos/2010_ICC_Report.pdf

¹⁵ UN.ORG, 2016. [en línea] [citado, Abril, 2017]. Disponible en Internet. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

En la carta Universia Rio 2014 realizada en el III Encuentro de Internacional de Rectores Universia, se presentan las diez claves estratégicas que permiten hacer frente al reto que tienen las universidades iberoamericanas en el nuevo milenio; una de dichas claves es la Responsabilidad social y ambiental de la universidad la cual prioriza en: “el cuidado de un desarrollo más sostenible y equilibrado, donde la protección del ambiente adquiere una centralidad irrenunciable”¹⁶. Esto demuestra el compromiso que tienen las Universidades en ser parte activa del cambio.

La Red Nacional Jóvenes de Ambiente (RNJA) creada en el año 2003 circunscrita al Programa Nacional de Promotoría Ambiental Comunitaria creada para “promover la organización efectiva de los jóvenes en las temáticas relacionadas con el medio ambiente, la construcción de ciudadanía y la participación Social en las ciudades, localidades y/o comunas de todo el país”¹⁷ en su último encuentro nacional realizado en diciembre de 2016 en la ciudad de Valledupar desarrolló el plan de acción 2017-2021 en el cual se definen ejes estructurales a trabajar como la Biodiversidad, el cambio climático, y el tema que nos interesa para entre proyecto: el pos-consumo, de cada uno de estos ejes fija objetivos y actividades concretas. Estas actividades están encaminadas al cuidado del ambiente, de los recursos naturales y al manejo y aprovechamiento de los residuos.

1.1.4 Objetivos De Desarrollo Sostenible

Los objetivos de desarrollo sostenible son un llamado que se hace desde las Naciones Unidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y promover la paz y la prosperidad entre las naciones. Se establecieron 17 objetivos, con metas claras y específicas para cada uno de ellos que buscan generar compromisos de parte de todos los países, ya sean desarrollados o en vías de desarrollo para unir esfuerzos y generar estrategias que permitan su cumplimiento.¹⁸

A continuación, se relacionan los 17 objetivos de desarrollo sostenible

Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo

Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible

¹⁶ CARTA UNIVERSIA, 2014,, [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://media.utp.edu.co/rectoria/archivos/CARTA_RIO_FINAL_ES_1.pdf

¹⁷ RED COLOMBIA DE FORMACIÓN AMBIENTAL, RCFA, [en línea] Artículo, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://redcolombianafa.org/es/redes-tematicas/red-de-jovenes-por-el-ambiente>

¹⁸ PNUD. Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo Objetivos de Desarrollo Sostenibles. [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet:<http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Objetivo 5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas

Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos

Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación

Objetivo 10. Reducir la desigualdad en y entre los países

Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Objetivo 14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible

Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica

Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles

Objetivo 17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible

Estos objetivos entraron en vigor el 1 de enero de 2016, no son jurídicamente obligatorios, pero buscan ser incluidos en las agendas de todo el mundo durante los próximos 15 años.¹⁹

1.1.5. Residuos Plásticos En Colombia

La industria del plástico en Colombia tiene una participación relevante en la producción nacional; según el Dane en febrero del 2016 la fabricación de productos de plástico aumentó 7.0%;²⁰ esto supone beneficios económicos y sociales a través de la generación de empleo. La Asociación Colombiana de Industrias Plásticas – Acoplásticos y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial realizaron un convenio Especial de Cooperación Científica y Tecnológica en el cual desarrollaron la Guía de procesos básicos de transformación de la industria plástica, relacionando los procesos de transformación, el manejo racional y el aprovechamiento y debida disposición de los residuos plásticos;²¹ todo esto con el fin de incorporar en la cadena productiva procesos ambientales que les permitan aumentar la productividad, ser más competitivas en el sector productivo y dar cumplimiento a su responsabilidad ambiental.

En el país se aprueban constantemente políticas y normatividad para promover el cuidado del ambiente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cuenta con programas de pos-consumo altamente consolidados a nivel nacional y cifras de aprovechamiento importantes. La gestión ambiental urbana, sostenibilidad en sectores productivos, políticas públicas, son un ejemplo del trabajo que se desarrolla constantemente.²² Estos proyectos han permitido que tanto los ciudadanos como las industrias conozcan los lineamientos que se deben seguir para el cuidado de los recursos, el ambiente y el manejo de los residuos.

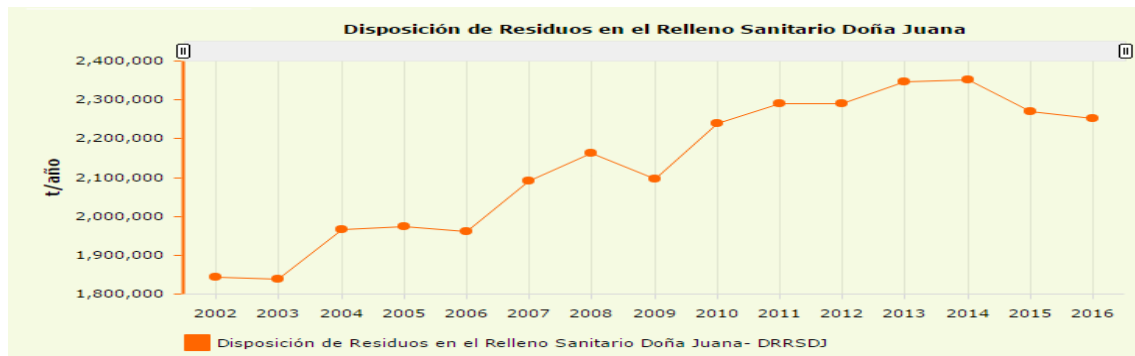
¹⁹ UN:ORG Naciones Unidad. La Agenda de Desarrollo Sostenible [en línea] [citado, mayo, 2017]. Disponible en Internet:<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/>. Op. Cit.

²⁰ COMUNICADO DE PRENSA; abril 2016, resultados de la Encuesta Mensual Manufacturera – EMM [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmm/cp_mmm_feb16.pdf

²¹ SIAME, Sistema de información ambiental minero energético, 2009, Guías ambientales. [en línea] [citado, Abril, 2017]. Disponible en Internet: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INDUSTRIAL%20Y%20MANUFACTURERO/Guias%20ambientales%20sector%20pl%C3%A1sticos.pdf

²² MINAMBIENTE, Colombia, [en línea] [citado, Abril, 2017]. Disponible en Internet <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/programas-posconsumo-informacion-general>

En Colombia se producen 11,6 millones de toneladas de basuras al año y sólo se recicla el 17%²³, mientras que en Bogotá los indicadores de disposición de residuos muestran un incremento desde el año 2003; siendo el 2014 el año con mayor disposición de residuos; unas 2.351.131,07 toneladas al año.²⁴



Gráfica 2: Indicador de la disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana en el periodo 2002 -2016

Fuente: OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTA, Indicadores, Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana- DRRSDJ.

Según el indicadores generados por el Observatorio Ambiental de Bogotá OAB en el año 2015 se generaron 2'698.832,11 Tn de las cuales se aprovecharon 393.311,31 Tn es decir que el porcentaje de residuos sólidos aprovechados – RSA fue del 14,62%;²⁵. Estos residuos que llegan al Relleno Sanitario pueden ser orgánicos e inorgánicos, los segundos, debido a su baja capacidad de degradación se están convirtiendo en una problemática a nivel Distrital ya que están generando contaminación del agua, aire, suelo, así como afecciones a la salud pública y la seguridad personal.

1.1.6. Reciclaje Del Plástico

ENKA de Colombia, pioneros en la industria de fibras sintéticas en Colombia y con 50 años en el mercado, fabrica el 45% de sus productos con materias primas recicladas y entre los años 2014 – 2016 recuperaron 2.054 millones de botellas de PET convirtiéndose en líder del reciclaje del plástico PET en Colombia recuperando más del 60% del total de botellas que se reciclan en el país.²⁶

²³ DNP, Informe 2016, [en línea] [citado, Abril, 2017]. Disponible en Internet: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Rellenos-sanitarios-de-321-municipios-colapsar%C3%A1n-en-cinco-a%C3%B1os,-advierte-el-DNP-.aspx>

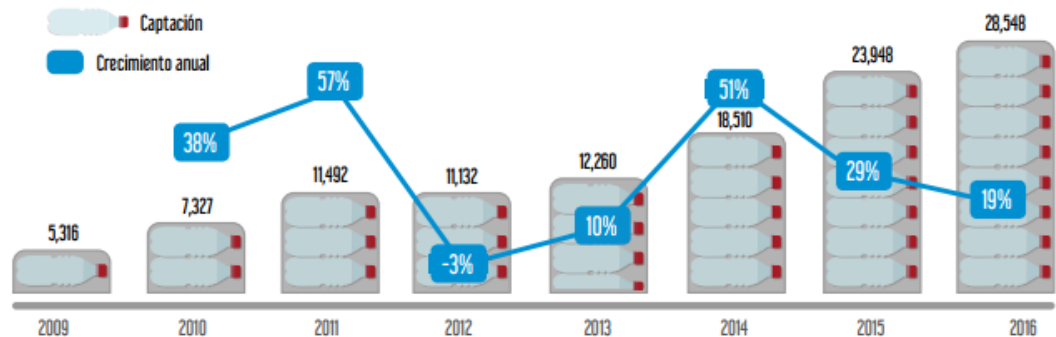
²⁴ OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTA, Indicadores, Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana- DRRSDJ. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=37&v=l>

²⁵ OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTA, porcentaje de residuos sólidos aprovechados – RSA. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=984&v=#>. Op. Cit.

²⁶ ENKA Colombia Informe de Sostenibilidad 2016. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet:

Gráfica 3: Crecimiento anual de recuperación de botellas PET para proceso. ENKA Colombia

Captación de botellas de PET (toneladas)



Fuente: ENKA Colombia Informe de Sostenibilidad 2016

Una propuesta para solucionar la problemática del manejo pos-consumo del plástico la hizo el diseñador Nerlandés Dave Hakkens, el cual diseñó una serie de máquinas con el objetivo de que cualquier persona en el mundo, interesada por el cuidado del medio ambiente, las pudiera construir y utilizar para transformar el plástico usado en elementos útiles para la vida cotidiana.²⁷

El desarrollo de las máquinas surge para impulsar el reciclaje local del plástico y transformarlo justo en la fuente, además de limpiar el ambiente, mejorar las condiciones de vida y generar valor económico a quienes lo realicen. Así mismo, pretende crear una comunidad de personas interesadas en el cuidado del ambiente a través del reciclaje del plástico con lo cual se reducirían costos de transporte, de mano de obra y de procesos, así como la contaminación generada en esas actividades.

La serie la conforman máquinas trituradoras, extrusoras, inyectora y compresora, cada una de ellas participando como pieza clave de la cadena del reciclaje del plástico, puesto que cada una de ellas le agrega valor al plástico en cada proceso; el diseñador Hakkens comparte gratuitamente los planos de estas máquinas y una serie de tutoriales en los cuales explica paso a paso la construcción de las mismas. Lo demás se deja a la creatividad de las personas, al valor y uso que le deseen agregar a este plástico reciclado.

<http://www.enka.com.co/enka/index.php/es/content/download/305/4784/file/INFORME+SOSTENIBILIDAD+VF+Marzo.pdf>

²⁷ HAKKENS, Dave, Site WEB, Precious Plastic. Holanda. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet:<https://preciousplastic.com/en/plan/>

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El plástico hace parte de la cadena de valor de muchos productos y es una de las industrias más competitivas internacionalmente, por esto su importancia y el papel que juega en el crecimiento económico de las naciones. Sin embargo, la creciente contaminación por su uso pone un reto a estas industrias sobre su participación no sólo en la fabricación sino en la disposición final de estos elementos en el medio ambiente, a su vez, a las organizaciones e instituciones para generar políticas ambientales que permitan mejorar el manejo que se le da a estos residuos.

1.2.1 Descripción del Problema

El Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) en el 2011 reveló que la mayor problemática a nivel ambiental en los océanos es ocasionada por el plástico.²⁸ Es necesario que estas industrias asuman este reto a través del desarrollo de nuevas tecnologías, nuevos materiales, programas pos-consumo, entre otras soluciones.

Según el tipo de plástico puede tardar en descomponerse aproximadamente 500 años, se estima que para el 2050 los océanos tendrán más plástico que peces en términos de peso, es por esto que se hace necesario actuar inmediatamente al respecto. Martin R. Stuchtey, profesor en la universidad austriaca de Innsbruck afirmó "Pequeños cambios en los materiales, el formato y el tratamiento pueden hacer viable la economía del reciclaje y crear una espiral positiva de precios más bajos y una mejor concepción".

El plástico es uno de los materiales que más usan las personas en su vida diaria, se usa para todo y por poco tiempo, desconociendo el grave daño ambiental que se hace. Un grupo internacional de 10 científicos ha solicitado que los gobiernos declaren el plástico como residuo peligroso ya que uno de los efectos del plástico es la disrupción endocrina declarada como una crisis global por la Organización Mundial de la Salud (OMS) Y PNUMA.

En Colombia el 74% de los envases plásticos terminan en rellenos sanitarios; es decir que sólo el 26% de las botellas plásticas se reciclan;²⁹ y según estudio realizado por ENKA DE Colombia el promedio mundial de reciclaje de botellas

²⁸ REVISTA DINERO, 2016. [en línea] Revista, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/economia/articulo/oportunidad-para-colombia-en-el-mercado-mundial-de-plasticos-/217899>

²⁹ BEDOYA, Luis Felipe, 2016 Entrevista, Diario la República [en línea] Revista, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://www.larepublica.co/solo-26-de-las-botellas-pl%C3%A1sticas-se-recicla_357536

PET es de 41% y el país se encuentra por debajo de la media;³⁰ problemática que viene en aumento puesto que según el Departamento Nacional de Planeación DNP, los rellenos sanitarios de 321 municipios colapsarán en cinco años.

Empresas como Postobón o CocaCola tienen al menos 24 productos envasados en botellas PET y han planteado soluciones como la utilización de envases PET reciclados que utilizan 22% menos plástico que una botella convencional, al mismo tiempo realizan campañas de educación ambiental y promueven la disposición adecuada de estos envases después de su consumo para que puedan ser reciclados.

Por la facilidad de adquisición y practicidad que tienen los envases PET, a través del tiempo se han convertido en productos de compra diaria, sobre todo en población joven que por su estilo de vida y diversidad de actividades diarias ven en estos productos una salida rápida para satisfacer algunas de sus necesidades. Es por esto que las Instituciones de educación se convierten en una fuente importante de generación de residuos plásticos PET y es importante que estas instituciones tengan estructurados procesos que permitan el aprovechamiento de sus residuos sólidos con el fin de minimizar el impacto ambiental que éstos generan en el ambiente.

En la Universidad Católica de Colombia a la fecha no se encuentra documentado el proceso de Gestión del manejo de residuos sólidos y al no contar una metodología clara y específica para ejecutar este proceso se tiende a cambiar dependiendo de quién lo ejecute y en ocasiones se omite. Tampoco existe un programa de educación ambiental ni se encontraron investigaciones para el aprovechamiento del residuo, específicamente del plástico PET.

1.2.2 Formulación del Problema.

¿Cómo podría mejorar el proceso de aprovechamiento de los residuos sólidos, específicamente del plástico PET, con la utilización de una máquina trituradora de plástico en la Universidad Católica de Colombia?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General.

Presentar una propuesta para el aprovechamiento del residuo PET que se genera en la Universidad Católica de Colombia a través de la implementación de una máquina trituradora de plástico PET.

³⁰ DIARIO LA REPÚBLICA, [en línea] Revista, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://www.larepublica.co/solo-26-de-las-botellas-pl%C3%A1sticas-se-recicla_357536

1.3.2 Objetivos Específicos

Identificar el manejo que se le da al residuo sólido generado en la Universidad Católica de Colombia, a partir de trabajo de campo, para determinar una propuesta de mayor desarrollo para el manejo del plástico PET.

Presentar prototipo de máquina trituradora precisando los beneficios que traería su implementación en la Universidad Católica de Colombia

Realizar jornadas de capacitación y sensibilización a los miembros de comunidad Universitaria sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos en la institución

1.4 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto pretende ser un aporte a la política Nacional de Producción y Consumo Sostenible formulada por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS en el año 2010; cuyo objetivo principal es generar cambios en los modelos de producción y consumo actuales con el fin de promover una sostenibilidad ambiental que genere competitividad empresarial y bienestar a la población Colombiana.³¹

Una de las estrategias de esta política es la articulación con las instituciones de educación superior, por su capacidad de generar conocimiento en temas de sostenibilidad. Es así como el 14 de abril del año 2016 la Universidad Católica de Colombia empezó a hacer parte de la “Unión Universitaria en Producción y Consumo Sostenible” de la mano del Decano de la Facultad de Ingeniería, el Ingeniero Jaime Díaz.

En respuesta a los compromisos de esta unión se crea el Colectivo Reto Ambiental de la Universidad Católica de Colombia, una iniciativa estudiantil que pretende generar en la comunidad universitaria espacios para promover el cuidado y reconocimiento del medio ambiente; una de las propuestas de este grupo es incentivar en los estudiantes próximos a graduarse la realización de proyectos que aporten al ambiente, de esta forma en el año 2016 se presentó la tesis del estudiante Diego Coronado titulada “Prototipo De Mecanismo Para Bicicleta Estática Y Generación De Energía Eléctrica Renovable No Convencional Para Adaptar En El Gimnasio De La Universidad Católica De Colombia” y para el año 2017 se pretenden entregar tres trabajos de grado con enfoques ambientales.

³¹ MINAMBIENTE, Comunicado. Unión Universitaria en Producción y Consumo Sostenible. 2016

Este proyecto presenta una propuesta para el reciclaje de las botellas de plástico PET que se generan en la Universidad Católica de Colombia con el fin de demostrar a la comunidad universitaria la importancia que tiene el medio ambiente para la Facultad de Ingeniería y las acciones concretas que se están realizando para generar un aporte que resulte significativo, a su vez motivar e incentivar a que más estudiantes quieran trabajar en la consecución de estos objetivos después de ver los resultados de este proyecto.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 Espacio. Sede el Claustro, Carrera 13 y Las Torres de la Universidad Católica de Colombia.

1.5.2 Tiempo. 4 meses

1.5.4 Alcance. El alcance de este proyecto va hasta la presentación de la propuesta para el reciclaje del plástico PET en la Universidad Católica de Colombia, conteniendo en ella la presentación del prototipo de la máquina trituradora de PET según la idea de Dave Hakkens en su proyecto Precious Plastic y demostrando los beneficios que traería su implementación.

1.6 MARCO DE REFERENCIA

1.6.1 Marco Teórico

1.6.1.1 Investigación de campo. Se conoce también como investigación in situ, puesto que se realiza en el sitio donde se encuentra la variable que se va a estudiar. Se puede definir como el proceso que permite obtener y generar nuevos conocimientos o como el estudio de una situación con el fin de reconocer las posibles necesidades de mejora y problemáticas a resolver a través de la aplicación de conocimientos.

1.6.1.2 Gestión de Manejo de Residuos Sólidos. Son todas aquellas actividades, operaciones o procedimientos encaminados a darle un buen manejo a los residuos sólidos desde el punto de vista ambiental generados en una organización, institución, comunidad, y todos aquellos lugares donde generen residuos. Teniendo en cuenta sus características, procedencia, volumen, nivel de aprovechamiento, costos de aprovechamiento, transporte y disposición final.³²

³² NGRD. Programa de gestión para el manejo integral de residuos. 2016.. [en línea], [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet:

1.6.1.3 El plástico como problema ambiental. Los plásticos son materiales compuestos por resinas, proteínas y sustancias químicas que permiten cambiar su estructura física a través de técnicas de presión, temperatura, entre otras.³³ Es un elemento inorgánico por lo tanto puede tardar varios años en degradarse naturalmente dependiendo su composición química.

Los plásticos se clasifican de acuerdo a sus propiedades y dependiendo de eso se puede fabricar a partir de diferentes procesos físicos y mecánicos. Sus usos son variados dependiendo de las características que posea.

Tabla 3: Tipos de plásticos según sus propiedades

TIPOS DE PLÁSTICOS		
Nombre	Características	usos
Polietileno Tereftalato (PET)	Resistentes a aceites, bases, grasas, ácidos; duros y rígidos, no se deforman fácilmente ante el calor, resisten pliegues, los esfuerzos, no absorben la humedad y tienen características dieléctricas y eléctricas favorables.	Producción de botellas para aceite y gaseosas, en la fabricación de cintas de audio y video, radiografías, entre otros.
Polietileno Alta Densidad (PEAD)	se lo obtiene del etileno, utilizado a temperaturas inferiores a los 70° C y a bajas presiones, a comparación con el polietileno tereftalato, es más duro y rígido y tiene la ventaja de no ser tóxico	Producción de bolsas, cascos, tuberías, juguetes, entre otras cosas.
Cloruro de Polivinilo (PVC)	Es producido a partir de sal y gas, a los que hay que agregarles aditivos para poder ser utilizados. Según lo añadido puede adquirir diversas propiedades, flexibilidad o rigidez, opacidad o transparencia. Este plástico es sumamente utilizado y económico	Producción de juguetes, envases, envoltorios, películas, electrodomésticos, etcétera.

http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Lineamientos_Int/PRO-1300-SIPG-01_Manejo_Integral_de_Residuos-V5.pdf

³³ DEFINICION.DE. (En línea). <http://definicion.de/plastico/>

Tabla 4: (Continuación) Tipos de plásticos según sus propiedades		
Nombre	Características	usos
Polietileno Baja Densidad (PEBD)	Es producido a partir del etileno pero a elevada temperatura y presión. Se caracteriza por su transparencia, elasticidad y falta de rigidez	Aislante en cables eléctricos y para hacer bolsas flexibles y embalajes
Polipropileno (PP)	Se obtiene del propileno. Se caracterizan por su flexibilidad, resistencia mecánica, por no contaminar y poder ser utilizado para el agua potable	Producir cuerdas, pañales descartables, envases, baldes y, como resisten elevadas temperaturas, se los usa para producir tuberías en las que fluyen líquidos calientes.
Poli estireno (PS)	Se produce a partir del benzeno y etileno. Se caracterizan por ser fáciles de taladrar, cortar, manipular y agujerear. Además son de bajo costo e higiénicos	Envases, cubiertos desechables, heladeras portátiles y para la producción de aislante tanto acústicos como térmicos.

Fuente: Enciclopedia de Tipos, Tipos de Plásticos

Las botellas de plástico PET están hechas de tereftalato de polietileno, un derivado del petróleo, el cual genera gases contaminantes al momento de su extracción, para procesar estas botellas se envía esta materia prima a refinerías y luego a plantas de embotellamiento para empacar las diferentes bebidas, que luego se transportan para ser distribuidas. Todos los eslabones de la cadena productiva del plástico, desde la extracción de materia prima hasta la entrega a consumidor produce contaminación ambiental.

Una botella plástica PET según estudios tiene un tiempo de vida útil de un día; es decir que no dura más de 24 horas en las manos del consumidor, pero tarda más de 500 años en descomponerse en el ambiente, después de usado el plástico se puede manejar de diferentes formas: a través de la incineración; se arruman y se

quemar pero este proceso causa altos niveles de contaminación del aire, también se llevan a rellenos sanitarios; en este caso el residuo se aplasta y se deposita en la tierra y por último con el proceso del reciclaje se pueden aprovechar para usarse como materia prima para otros productos.³⁴

Colombia genera en un año más de 1.500 millones de botellas PET, las cuales terminan contaminando fuentes hídricas, campos y en el mejor de los casos terminan rellenos sanitarios.³⁵

ENKA de Colombia creó su línea EKO cuyo proceso para el reciclaje del plástico es el siguiente:

Separación
Acopio y prensado
Lavado y molido
Granulado
Transformación

1.6.1.4 Proyecto Precious Plastic de Dave Hakkens para el reciclaje del plástico. El diseñador Holandés Dave Hakkens propone una forma sencilla del reciclaje del plástico a través de una solución tecnológica que está al alcance de cualquier persona. Su objetivo principal es dar una alternativa a la industria del reciclaje

Hakkens vio la necesidad de diseñar una planta de reciclaje al alcance de cualquier persona puesto hasta la fecha los únicos que tenían acceso a estas máquinas era los grandes empresarios y sólo se podía hacer este proceso con grandes cantidades de residuos.

El objetivo de este proyecto es minimizar el residuo plástico que contamina al medio ambiente, específicamente los mares. Además, se plantea una propuesta para la generación de ingresos a partir de los residuos generados en las comunidades e impulsa a las personas a desarrollar su creatividad al realizar productos innovadores a partir de la materia prima generada en la planta de reciclaje.

Para esto, Hakkens diseñó las máquinas que componen esta planta con el fin de que puedan ser fabricadas usando herramientas básicas y con materiales disponibles en casi todo el mundo, subió los planos y las instrucciones para

³⁴ GREENPEACE. El plástico en los océanos: [en línea], [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_oceanos_LR.pdf

³⁵ EKO, Una Marca de ENKA. El PET y su reciclaje [en línea], [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.eko.com.co/reciclaje.html>

construirlas en su página de internet, además publica consejos, trucos y material útil sobre el plástico. Dave no busca obtener un beneficio económico personal con este proyecto, sólo quiere que cualquier persona en el mundo interesada en el cuidado del medio ambiente, pueda fabricar su planta de reciclaje y con ella aportar al cuidado del planeta, y a su vez generar valor al residuo.

Los diseños están hechos en código abierto; esto quiere decir que cualquier persona en el mundo con acceso a internet puede hacer uso de ellos. Hakkens presenta a través de su canal de Youtube y su página Web una serie de tutoriales donde explica paso a paso cómo construir la planta de reciclaje, para lo cual usa es su mayoría materiales usados y maquinaria muy común. La planta de reciclaje propuesta se compone de cuatro máquinas; una máquina trituradora, una extrusora, una inyectora y otra de compresión

A continuación, se hará una breve descripción de cada una de las máquinas con el fin de especificar su uso, materiales e importancia.

Descripción Máquina Trituradora: La máquina trituradora tiene como objetivo triturar el plástico en fracciones más pequeñas y así, disminuir su volumen y preparar el material para ser usado como materia prima en otro proceso, se puede seleccionar el tamaño de estas fracciones cambiando el tamiz de la malla dependiendo del proceso que se desee realizar.

La máquina está diseñada para triturar el tamaño de una botella plástica estándar, así que si se requiere triturar envases más grandes se deben fraccionar antes de introducirlo en la máquina.

Tabla 5: Especificaciones de la máquina trituradora

Máquina Trituradora	
Especificaciones	
Peso Aproximado	40 Kg
Costo de materiales	+/- \$561.248,82
Tiempo estimado de construcción	4 días

Fuente: Página Web Precious plastic

La máquina se compone de varias partes: La caja trituradora, la tolva, la fuente de poder y la estructura que la sostendrá.

FIGURA 1: Máquina trituradora



Fuente: Página Web Precious plastic

Descripción máquina de extrusión: En esta máquina las partes trituradas se insertan en la tolva y se extruyen en una línea de plástico, este producto se puede usar como materia prima para fabricar otros objetos , también se puede usar como insumo para las impresoras 3D, hacer plástico granulado, entre muchos otros productos.

Tabla 6: Especificaciones de la máquina extrusora

Máquina Extrusora	
Especificaciones	
Peso Aproximado	20 Kg
Costo de materiales	+/- \$598.665,41
Tiempo estimado de construcción	5 días

Fuente: Página Web Precious plastic

Esta máquina se compone de una tolva, el barril, la boquilla, un soporte fijador, la conexión eléctrica y la estructura que la sostendrá.

FIGURA 2: Máquina extrusora



Fuente: Página Web Precious plastic:

Descripción máquina Inyectora: Con esta máquina las partes trituradas de plástico se calientan y se inyectan en un molde, es un proceso muy rápido y es útil para crear objetos pequeños.

Tabla 7: Especificaciones de la máquina inyectora

Máquina Inyectora	
Peso Aproximado	15 Kg
Costo de materiales	+/- \$405.346,37
Tiempo estimado de construcción	3 días

Fuente: Página Web Precious plastic:

Esta máquina está compuesta por una parte eléctrica, el marco, una tolva, un barril y una boquilla.

FIGURA 3: Máquina inyectora



Fuente: Página Web Precious plastic

Descripción máquina de compresión: Esta máquina funciona como un horno y sirve para fabricar objetos con la ayuda de moldes, funcional para hacer prototipos y pruebas con el plástico.

Tabla 8: Especificaciones de la máquina compresora

Máquina compresora	
Peso Aproximado	25 Kg
Costo de materiales	+/- \$374.165,88
Tiempo estimado de construcción	3 días

Fuente: Página Web Precious plastic

Está compuesta por un horno, un sistema de prensado, la conexión eléctrica y la estructura que los sostiene.

FIGURA 4: Máquina compresora



Fuente: Página Web Precious plastic:

1.6.2 Marco Conceptual

1.6.2.1 Reciclaje. Obtener mediante un proceso Físico-Químico materia prima o algún producto a partir de elementos u objetos que se hayan utilizados o estén en desuso, permitiendo así prolongar su ciclo de vida y ser sostenible ambientalmente. También se conoce como el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.³⁶

³⁶ DECRETO 1713 del 2002, “Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos” (En Línea) < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>>

1.6.2.2 Proceso de reciclaje. El reciclaje comienza desde el momento de la disposición final del elemento o material utilizado, se trasladan a plantas de clasificación y posterior a eso se traslada a plantas de reciclado final, donde transforman estos elementos en materia prima, insumos o nuevos productos³⁷.

1.6.2.3 Manejo de residuos. Es el conjunto de actividades que se realizan desde la generación hasta la eliminación del residuo o desecho sólido. Comprende las actividades de separación en la fuente, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y/o la eliminación de los residuos o desechos sólidos

1.6.2.4 Pequeños generadores o productores. .Es todo usuario no residencial que genera residuos sólidos en volumen menor a un metro cúbico mensual.

1.6.2.5 Grandes generadores o productores. Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cúbico mensual.

1.6.2.6 Reciclador. Es la persona natural o jurídica que presta el servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento.

1.6.2.7 Recolección. Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la persona prestadora del servicio.

1.6.2.8 Recuperación. Es la acción que permite seleccionar y retirar los residuos sólidos que pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.

1.6.2.9 Relleno sanitario. Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

1.6.2.10 Reutilización. Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación.

1.6.2.11 Residuos Sólidos. Definido por la Norma 1713 del 2002 un residuo sólido es todo material o elemento sólido que resulta de cualquier actividad

³⁷ INFORECICLAJE. Definición y proceso de reciclaje. (En línea) <
<http://www.inforeciclaje.com/que-es-reciclaje.php>>

económica, industrial, institucional, domestica que se podría transformar o aprovechar en un nuevo bien.

Dentro de las características físicas de los residuos sólidos se tienen el peso, la composición, gravimétrica y comprensibilidad, entre las químicas están el poder calorífico, el potencial de hidrógeno y las biológicas como los microorganismos.³⁸

Se pueden clasificar de diversas maneras:

Por la fuente
Industrial
Institucional
Domestico
Agrícola
Grado de peligrosidad
Comunes
Peligrosos

1.6.2.12 Tipos de Residuo. Son aquel material que después de haber cumplido su función principal pierde utilidad, se pueden clasificar en orgánicos e inorgánicos.

- **Residuos orgánicos.** Por sus características tienen la capacidad de desintegrarse y transformarse en otro tipo de materia orgánica.
- **Residuos inorgánicos.** Su degradación natural es muy lenta debido a sus características químicas, su reciclaje se realiza a través de métodos industriales y rudimentarios³⁹.

1.6.2.13 Separación en la fuente. Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación.

1.6.2.14 Unidad de almacenamiento. Es el área definida y cerrada, en la que se ubican las cajas de almacenamiento en las que el usuario almacena temporalmente los residuos sólidos.

1.6.2.15 Medio ambiente. Es todo aquello que rodea al ser humano y que comprende elementos naturales, tanto físicos como biológicos, elementos artificiales y elementos sociales y las interacciones de éstos entre sí.

³⁸ PUJ. Manejo Integral de aspectos ambientales (En Línea), Bogotá. Citado 11 de febrero de 2017. Disponible en internet: <http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/IER/documentos/OTROS/Pres_Residuos_CamiloC.pdf>

³⁹ EDUTEKA, Manejo de residuos orgánicos e inorgánicos. Gutiérrez, María Enelsa. Colombia (En línea). <<http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/10735>>

Ecosistema. Unidad básica de interacción organismo-ambiente que resulta de las complejas relaciones existentes entre los organismos vivos e inanimados en un área dada.

1.6.2.16 Contaminación. Es el deterioro del ambiente como consecuencia de la presencia de sustancias perjudiciales o del aumento exagerado de algunas sustancias que forman parte del medio.

1.6.2.17 Gestión medio ambiente. Es un sistema que actúa de una manera estructurada, en donde se puede identificar la planificación, la responsabilidad, las prácticas, procesos, procedimientos y recursos que permiten desarrollar, e implementar, ejecutar, controlar y hacer seguimiento continuo a los parámetros de gestión ambiental en una organización.

1.6.2.18 Impacto. Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o benéfico, como resultado en forma parcial o total, de las actividades, productos o servicios de una organización.

1.6.2.19 Recursos naturales. Elementos de la naturaleza que el hombre utiliza para vivir.

1.6.2.20 Envase: Recipiente o envoltura que contiene algún producto sólido para su comercialización.⁴⁰

1.6.2.21 Punto de recolección. Lugar que cuenta con un contenedor o recipiente que da la posibilidad a los consumidores devolver los residuos o desechos pos consumo.

1.6.2.22 Separación en la fuente. Clasificación de los residuos en el sitio de generación para su posterior recuperación.⁴¹

1.6.2.23 Almacenamiento. Es la acción del usuario de colocar temporalmente los residuos en recipientes, depósitos contenedores retornables o desechables mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final.⁴²

- **Almacenamiento temporal.** Acción del generador de residuos que consiste en depositar segregada y temporalmente sus residuos

⁴⁰ RESOLUCIÓN 1675, De plaguicidas: (En Línea), Bogotá. Citado mayo 2017. Disponible en internet:

http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Programa_posconsumo_existente/resolucion_1675_de_plaguicidas_1.pdf

⁴¹ [Decreto 1713 de 2002]

⁴² [Decreto 1713 de 2002]

1.6.3 Marco Legal

Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan medidas sanitarias.

Decreto 1713 del 6 de agosto de 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos”.

Decreto 1713 de 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Decreto 1505 de 2003. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1140 de 2003. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1140 del 7 de mayo de 2003. Modifica parcialmente al Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento y se dictan otras disposiciones.

Ley 1333 del 21 de julio de 2009. Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.

Decreto 3695 del 25 de septiembre de 2009. Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones.

Decreto 838 de 2005. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008. Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental, a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones.

Decreto 3678 del 4 de octubre de 2010. Por el cual se establecen los criterios para la imposición de las sanciones consagradas en el artículo 40 de la Ley 1333 del 21 de julio de 2009 y se toman otras determinaciones.

Decreto 1076 de 2015. Decreto único Reglamentario del medio ambiente: "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible".

1.7 METODOLOGÍA

1.7.1 Tipo de estudio

Se aplicó la investigación descriptiva en la identificación del manejo de residuos sólidos, por tanto, se registra, describe, analiza e interpreta la información obtenida a partir de sus características. De otra parte, se aplicó investigación experimental en la construcción del prototipo de una máquina trituradora de plástico PET como parte de la propuesta para mejorar el tratamiento de los residuos sólidos.

1.7.2 Fuentes de Información.

1.7.2.1 Fuentes primarias. Las fuentes primarias de información utilizadas para este proyecto fue la información obtenida por el personal de servicios generales de la Universidad Católica de Colombia.

1.7.2.2 Fuentes secundarias. Se usaron como fuentes secundarias los artículos, informes e investigaciones relacionados con el tema de gestión del Manejo de Residuos Sólidos y el reciclaje del plástico PET del ámbito nacional e internacional

1.8 DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del primer objetivo se utilizó la metodología propuesta en el documento Manejo de Residuos Sólidos para Instituciones Educativas, identificando una serie de subprocesos aplicados en el proceso de reciclaje en la Universidad: la generación, el almacenamiento temporal, la recolección y el transporte interno, la clasificación interna y el almacenamiento final.⁴³ La recolección de información se realizó durante varias jornadas, en horas de la mañana y en horas de la tarde, mediante entrevista directa al personal de servicios generales que se encontraba laborando en las sedes El Claustro, Las Torres y Carrera 13 como también con la observación de procesos, espacios y recursos relacionados con el manejo de residuos sólidos.

⁴³,CRUZ, B, Manejo de residuos sólidos en instituciones educativas Facultad de Ingeniería

Para la construcción del prototipo se tomaron los planos dispuestos en la página web del proyecto Precious Plastic y se estudiaron los tutoriales dispuestos para su fabricación. Se inicia el proceso con la compra de los materiales, luego la fabricación y finalmente se realizan pruebas de funcionamiento. Las actividades desarrolladas para sensibilizar y educar en el manejo adecuado de residuos sólidos se planearon con el apoyo de organizaciones ambientales, una de ellas dictó el taller de ODS y la otra donó el punto ecológico dispuesto en la Sede el Claustro.

2. DESCRIPCIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

Teniendo en cuenta las técnicas de recolección de datos expuestas en la metodología, a continuación se presentan descriptiva y analíticamente los resultados obtenidos.

Tabla 9: Jornadas de recolección de información

sede	Horario	Actividad
El Claustro, Las Torres y Carrera 13	6:00 a.m. 2:00 pm	Identificación de puntos generadores
El Claustro	6:00 a.m. 2:00 pm	Identificación de tipos de residuos generados
El Claustro	6:00 a.m. 2:00 pm	Identificación de los residuos sólidos susceptibles de aprovechamiento
El Claustro	6:00 a.m. 2:00 pm	Identificación del proceso de recolección de residuos sólidos
El Claustro Carrera 13	6:00 a.m. 2:00 pm	Identificación del proceso de clasificación de los residuos sólidos
El Claustro Carrera 13	6:00 a.m. 2:00 pm	Identificación del proceso de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

2.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se identificaron las áreas generadoras de residuos sólidos y los diferentes agentes en cada una de ellas.

Áreas generadoras

Tabla 10: Identificación de áreas generadoras

Nº	Sede	Área Generadora	Agentes generadores
1	Claustro Carrera 13	Salones	Estudiantes Docentes

2	Las Torres Claustro Carrera 13	Pasillos	Administrativos Estudiantes Docentes Personal de servicios generales Visitantes
Tabla 11: (Continuación) Identificación de áreas generadoras			
3	Las Torres Claustro Carrera 13	Cafeterías	Administrativos Estudiantes Docentes Personal de servicios generales Visitantes
4	Las Torres Claustro Carrera 13	Baños	Administrativos Estudiantes Docentes Personal de servicios generales Visitantes
5	Claustro	Laboratorios	Estudiantes Docentes
6	Las Torres Claustro Carrera 13	Oficinas	Administrativos Docentes Visitantes
7	Claustro Carrera 13	áreas de bienestar	Administrativos Estudiantes Docentes
8	Claustro	plazoletas de estudio	Estudiantes Docentes Visitantes
9	todas	auditorios	Administrativos Estudiantes Docentes
10	Carrera 13 Sede 4	Bibliotecas	Estudiantes Docentes
11	Carrera 13	Zonas verdes	Administrativos Estudiantes Docentes Personal de servicios generales Visitantes

12	Carrera 13 Claustro	Sala de profesores	Estudiantes Docentes
13	Claustro	Talleres	Estudiantes Docentes

Fuente: Elaboración propia

En las tres sedes observadas se identificaron 13 áreas generadoras de residuos sólidos y sus agentes principales de generación son los estudiantes.

2.2 TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS

Tabla 12: Tipos de residuos generados en cada área

Nº	Sede	Área Generadora	Tipo de residuos Generado	Principales actividades
1	Claustro Carrera 13	Salones	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	Desarrollo de actividades académicas
2	Todas	Pasillos	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	transito encuentro del personal
3	Todas	Cafeterías	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	Alimentación
4	Todas	Baños	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	Fisiológicas
5	Claustro	Laboratorios	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios	práctica académica

			Orgánicos	
--	--	--	-----------	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Tipos de residuos generados en cada área

Nº	Sede	Área Generadora	Tipo de residuos Generado	Principales actividades
6	Las Torres Claustro Carrera 13	Oficinas	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	actividades administrativas
7	Claustro Carrera 13	áreas de bienestar	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	estudio integración descanso
8	Claustro Carrera 13	plazoletas de estudio	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	estudio integración
9	Claustro Las Torres	auditorios	Papel Botellas plásticas Vasos	conferencias
10	Carrera 13 Sede 4	Bibliotecas	Papel Ordinarios	estudio descanso
11	Carrera 13	Zonas verdes	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	descanso recreación integración

12	Carrera 13 Claustro	Sala de profesores	Plástico Cartón Vasos de papel Latas Ordinarios Orgánicos	Preparación de clases Atención a estudiantes
13	Claustro	Talleres	Madera Cartón	práctica académica



Fuente: Elaboración propia


En 11 de las 13 áreas generadoras de residuos sólidos se producen residuos de plástico PET. Este es el residuo que interesa para la propuesta que pretende mejorar el aprovechamiento ya que son los envases de plástico PET los que se procesarán en la máquina trituradora.

2.3 ALMACENAMIENTO TEMPORAL INICIAL

Se identifican los tipos de canecas que son usadas y las áreas de ubicación para recolección directa de los residuos sólidos.



Tabla 14: Tipos de recipientes

Nº	Tipo	Rótulo	Área	Imagen
1	Punto ecológico	Información	Cafeterías plazoletas de estudio	
2	Punto ecológico	Información	Salones Pasillos Cafeterías áreas de bienestar plazoletas de estudio Zonas verdes	

3	Caneca Gris	Papel, Logo católica	U	Salones Pasillos Cafeterías Baños Laboratorios áreas de bienestar plazoletas de estudio auditorios Bibliotecas Talleres	
----------	-------------	----------------------------	---	--	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: (Continuación) Tipos de recipientes

Nº	Tipo	Rótulo	Área	Imagen
4	Caneca A	Metálica	Pasillos plazoletas de estudio Zonas verdes	
5	Caneca B	Plástica y metálica	Laboratorios Oficinas Sala de profesores Baños	

Fuente: Elaboración propia

Los puntos ecológicos y canecas grises están ubicados en áreas de alta rotación de personas; debidamente rotulados, material plástico rígido, poseen facilidad para la limpieza y cuenta con tapa lo que facilita la recolección. Las canecas A y B están ubicadas en áreas con baja rotación de personas; no están rotuladas y en estas se depositan los residuos sin clasificar.

Se evidencia que los puntos ecológicos, dispuestos para facilitar la clasificación al momento de depositar los residuos, no son debidamente utilizados ocasionando pérdida de material susceptible de recuperación.

FIGURA 5: Residuos sólidos encontrados en los puntos ecológicos de recolección



Fuente: Elaboración propia

2.4 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE INTERNO

2.4.1 Técnicas usadas para la recolección

Actualmente el manejo de residuos sólidos en la Universidad se maneja de diferentes formas dado que no hay un instructivo que indique exactamente cómo se debe hacer.

Técnica A: El personal de aseo clasifica los residuos sólidos en el mismo momento que se recoge de las canecas y/o puntos ecológicos; para esto disponen de dos bolsas negras, una para el residuo susceptible de recuperación y otra para el residuo que no puede ser recuperado en la Universidad, a continuación, se llevan a los puntos de almacenamiento dispuestos para tal fin.

Técnica B: Todos los residuos sólidos se recogen en una bolsa negra y no se realiza ningún proceso de clasificación en el momento de la recolección.

El transporte, tanto del material clasificado como del que no se clasificó, hacia los puntos de almacenamiento se hace de forma manual en las sedes El Claustro y Carrera 13, mientras que en la sede Las Torres se cuenta con carro transportador para este subproceso.

La recolección se realiza a diario por el personal de aseo encargado; actualmente la Universidad Católica de Colombia cuenta con 22 personas de planta y 48 personas contratadas a través del outsourcing Casa Blanca, su horario laboral es de 6:00 a.m. a 3:00 p.m. La primera jornada de recolección se realiza a las 6:30 a.m. en toda la Universidad y la segunda en horas de la tarde.

FIGURA 6: Carro transportador ubicado en Las Torres



Fuente: Elaboración propia

2.5 CLASIFICACIÓN INTERNA

Para la clasificación se dispone una bolsa para cada material teniendo como base para esto la información dada por la empresa que lo compra, por lo tanto sólo se hace la clasificación de: plástico PET, papel, cartón, madera y latas.

La clasificación de los residuos sólidos se hace a diario y únicamente por las trabajadoras contratadas directamente por la Universidad Católica de Colombia, para esto se dividen en equipos de trabajo de dos o tres personas y se le asigna un día específico a la semana para realizar la clasificación.

La clasificación se realiza en los puntos de almacenamiento de la Sede El Claustro y Calle 13.

2.6 ALMACENAMIENTO

Para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos se tienen dispuestos tres puntos (Véase Tabla 12).

Tabla 16: Puntos del almacenamiento

Nº	Sede	Punto de almacenamiento	de	Material Almacenado

1	El Claustro	Primer piso Bloque O	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificado • No clasificado
2	Carrera 13	Primer piso Bloque A	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificado • No clasificado
3	Las torres	Sótano	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificado • No clasificado

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que cada una de las sedes estudiadas cuenta con un punto de almacenamiento donde se deposita tanto el material clasificado con el que no.

Los puntos de almacenamiento son pequeños, con poca iluminación y ventilación, lo que dificulta el proceso de clasificación.

FIGURA 7: Punto de almacenamiento del material clasificado - Sede El Claustro



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de este objetivo se evidencia que gran parte de los residuos sólidos generados en la Universidad Católica de Colombia se clasifican y se almacenan para posteriormente ser vendidos a una empresa recolectora de este material. El proceso de clasificación se realiza solamente por el personal contratado directamente por la Universidad dado que son ellas las encargadas de venderlo y administrar el dinero de la venta.

La clasificación del residuo sólido se realiza por iniciativa propia de las trabajadoras de aseo y no se evidenció control durante este proceso.

3. PROPUESTA PARA EL MANEJO DEL RESIDUO PLÁSTICO PET EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

En el desarrollo de este objetivo se describen los recursos necesarios y los pasos para la fabricación del prototipo de la máquina trituradora según el proyecto Precious Plastic de Hakkens, luego se estudian de los beneficios que traería la implementación en la Universidad Católica de Colombia

El prototipo de la máquina se realizó con el apoyo de Cristian Fernando Roa López, estudiante de tercer semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Colombia y Luis Francisco Pedraza Archila docente de la misma Universidad.

3.1 MATERIALES USADOS

Tabla 17: Materiales para la construcción de la máquina trituradora

MATERIALES PARA LA CONTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE LA TRITURADORA DE PLÁSTICO				
Partes	Descripción	Material	Detalle	Cantidad
Caja trituradora	Cuchillas	Hierro HR	Lamina 5 y 6 mm	
	Barra Hexagonal	HR	30 cm de 1 1/4"	1
	Chumaceras	hierro	19 mm	2
	Malla metal	-	-	1
Tolva	Tolva	HR	Lamina 1/8	1
Suministro eléctrico	Motor Reductor		1 HP	1
	Interruptor Cable para fuente de poder		Trifásico 3x12	1 1 metro
Estructura	Estructura metálica	Tubular Ángulo	1 1/4"	1

Fuente: Elaboración propia

3.2 PROCESO DE FABRICACIÓN

3.2.1 Caja trituradora.

Las piezas para la caja trituradora se cortaron a laser; láminas de 3, 5 y 6 mm de hierro HR para hacer las bases, cuchillas y espaciadores, se lijaron y pulieron todas las piezas con el fin de eliminar la rebaba. La barra hexagonal se perfila usando un torno y se usa como eje para poner las cuchillas y los espaciadores de la trituradora, estas se deben poner intercaladas en el eje, se ensamblan todas las piezas y se ajustan con las chumaceras; se debe verificar que el eje está rotando adecuadamente y se procede a soldar. Por último, se corta la malla según las medidas especificadas y se ensambla a la trituradora con soldadura.

3.2.2 Fuente de poder.

Se conecta la fuente de poder trifásica al motor dándole la orientación de giro acorde a las cuchillas. Para el encendido se utiliza un interruptor con la capacidad necesaria y se fijó a la base con tornillos.

3.2.3 Estructura.

Se usó ángulo de 1 ½ cortado a falsa escuadra formando un rectángulo, a esta base se le hicieron perforaciones para acoplar el motor y la caja trituradora y se le soldaron tubos de altura de 60 cm que sostienen la estructura para darle una altura adecuada

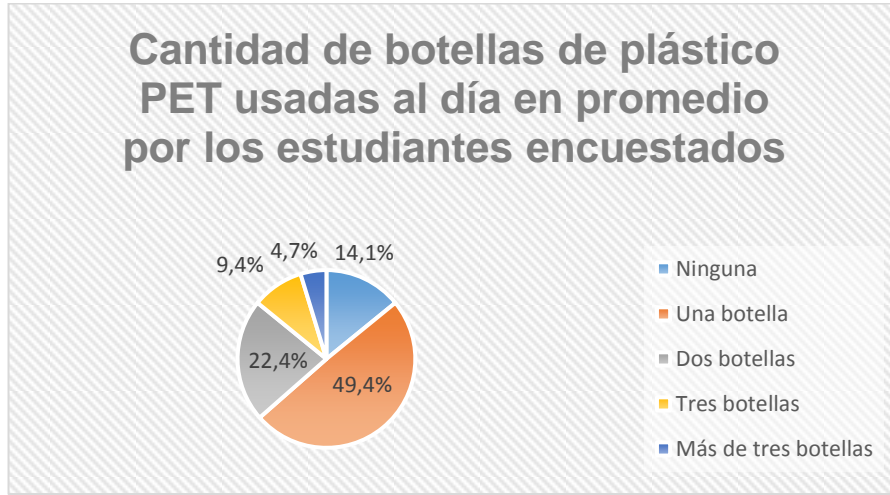
3.2.4 Tolva.

Se corta el material con una cizalla, según planos y se sueldan. Con la tolva creada se le soldaron dos ángulos en la parte externa para fijarlos a la base

3.3 BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL APROVECHAMIENTO DEL PET EN LA UNIVERSIDAD USANDO LA MÁQUINA TRITURADORA

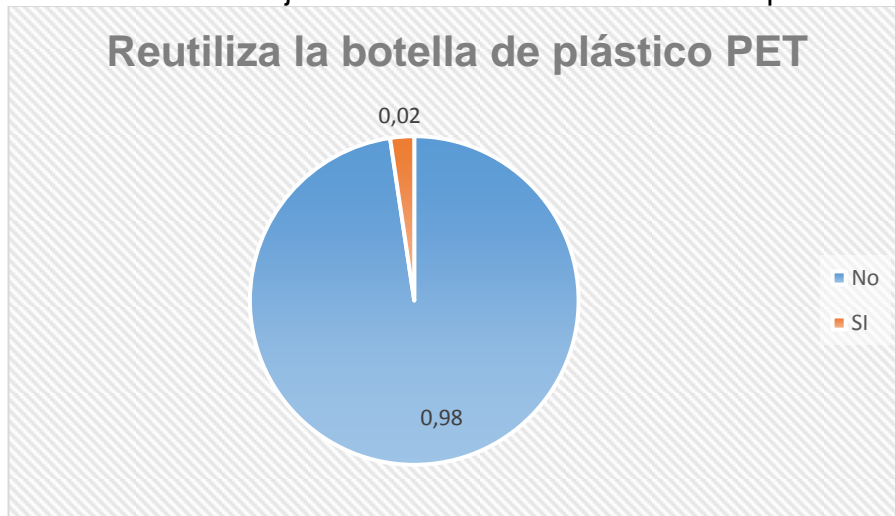
El estudio de los beneficios económicos de la propuesta se realizó a partir de datos obtenidos en encuesta realiza a 85 estudiantes de la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Colombia

Gráfica 4: Cantidad de botellas de plástico PET usadas al día en promedio por los estudiantes encuestados



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 5: Porcentaje de reutilización de la botella de plástico PET usada al día



Fuente: Elaboración propia

El 49,4 % de los estudiantes encuestados utilizan una (1) botella plástica PET en promedio al día y el 98% sólo la utiliza una vez.

Según los resultados obtenidos en la encuesta se trabajará el estudio económico con las siguientes variables.

Tabla 18: Datos para realizar el estudio económico

Tiempo de vida útil de una botella plástico	1 día
---	-------

PET	
Unidades diarias de botellas PET generadas por persona	1 Unidad

Fuente: Elaboración propia

Para este estudio se tuvieron en cuenta como población generadora solamente a los estudiantes y docentes, tomando las cifras registradas en la página oficial de la Universidad Católica de Colombia

FIGURA 8: Población estudiantil Universidad Católica de Colombia 2016

Población

Nivel de Formación	Matriculados
Universitario	10.106
Especialización	1.446
Maestría	167
Doctorado	11
Total Universidad	11.730

Fuente: Página Oficial Universidad Católica de Colombia: Cifras de la población.⁴⁴

Para el periodo 2016 hay 712 docentes registrados, en total la población entre docentes y estudiantes es de 12.442 personas

Se realiza la proyección de las unidades de botellas plásticas PET generadas en la Universidad Católica de Colombia por estudiantes y docentes.

Tabla 19: Generación aproximada de botellas por periodos de tiempo

Periodo	Botellas Generadas
Diario	12.442
Semanal (5 días)	62.210
Mensual (4 semanas)	248.840
Anual (8 meses)	1.990.720

⁴⁴ PÁGINA OFICIAL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Cifras de la población. [en línea], [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <https://www.ucatolica.edu.co/portal/nuestra-universidad/universidad-en-cifras/>

Fuente: Elaboración propia

Según los datos obtenidos, diariamente se generan 12.442 botellas aproximadamente, lo que en un año representa 1'990.720 de botellas de plástico PET generadas por los estudiantes y docentes de la Universidad Católica de Colombia.

En promedio 70 botellas estándar de un litro equivalen a un kilogramo de plástico PET, con este dato se realiza la equivalencia de unidades a kilogramos de plástico PET.

Tabla 20: Equivalencia entre unidades de botellas generadas y kilogramos de plástico PET

Periodo	Botellas Generadas (Unidades)	Kilogramos de plástico PET
Diario	12.442	177,74
Semana	62.210	888,71
Mensual	248.840	3.554,86
Anual	1.990.720	28.438,86

Fuente: Elaboración propia

En un mes se generan 177,74Kg de plástico y lo que en un año equivale a 28.438,86 Kg de plástico PET generado.

El valor comercial del residuo plástico PET es de \$300/Kg clasificado y de \$1.000/Kg triturado, a partir de este valor se hace la relación entre los kilogramos generados y el valor en pesos del material y se proyecta por periodos.

Tabla 21: Proyección de ganancia económica por venta de residuo plástico PET triturado

Periodo	Botellas Generadas	kilos	Valor del material clasificado	Valor del material triturado
Diario	12.442	177,74	\$53.323	\$177.743
Semanal	62.210	888,71	\$266.614	\$888.714
Mensual	248.840	3554,86	\$1.066.457	\$3.554.857
Anual	1.990.720	28438,86	\$8.531.657	\$28.438.857

Fuente: Elaboración propia

Comparando entre el valor del material plástico PET solamente clasificado y el triturado se obtiene que triturando el plástico su valor incrementa aproximadamente 333%.

Con los resultados de este estudio se evidencia que implementando la propuesta de reciclaje del plástico con la máquina trituradora se obtienen beneficios económicos diarios de \$177.743 y de anuales de \$28'438.857.

4. ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN EN LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL ADECUADO MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Durante el desarrollo de este proyecto se trabajó con dos organizaciones juveniles una de ellas, la Red Nacional Jóvenes de Ambiente; dedicada a incentivar y promover en los jóvenes el cuidado del medio ambiente y con la Casa Cultural Kilele con su proyecto ARCO dedicada a incentivar la adopción de buenas prácticas ambientales a través del arte.

4.1 JORNADA DE CAPACITACIÓN EN OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

En esta jornada un grupo de jóvenes capacitados directamente por el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia - PNUD realizó la capacitación a través de actividades lúdicas y dinámicas con el fin de hacer comprensibles los objetivos. Se inicia con una contextualización del tema, su finalidad, los apoyos que se tienen a nivel internacional y los compromisos generados por las naciones. A continuación, cada grupo de trabajo estudió e interpretó un objetivo concreto y se encargó de presentarlo de forma creativa al grupo. Finalmente se hizo la retroalimentación y se presentaron las ideas concretas para aportar al desarrollo de estos objetivos desde la comunidad.

FIGURA 9: Capacitación en ODS - Universidad Libre de Bogotá



Fuente: Elaboración propia

4.2 SENSIBILIZACIÓN E INSTALACIÓN DE PUNTO ECOLÓGICO EN LA SEDE EL CLAUSTRO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

La Casa Cultura Kilele hizo el contacto con el área de Bienestar Universitario para realizar su proyecto ARCO Arte, recolección y conciencia colectiva en la Universidad Católica de Colombia, se realizó el acompañamiento durante tres jornadas; en la sensibilización, instalación y capacitación. El objetivo de esta jornada fue incentivar a los miembros de la comunidad universitaria a realizar un buen manejo de los residuos sólidos al momento de su disposición. Para esto se instalaron cuatro canecas, una para cada residuo que se puede aprovechar: papel, plástico, latas y vidrio y se entregó a los participantes un fanzine con el propósito de la campaña.

FIGURA 10: Acompañamiento en proyecto ARCO



Fuente: Elaboración propia

5. LA PROPUESTA

5.1.DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Luego de la descripción del proceso de recolección y clasificación de los residuos sólidos en la Universidad Católica de Colombia y detectando los subprocesos que se pueden mejorar se plantea la propuesta de implementar la máquina trituradora de plástico PET lo cual permitiría un mejor desarrollo de este proceso. Finalmente, se hace necesario educar y sensibilizar a la comunidad universitaria en temas ambientales y en la importancia de su participación en la Gestión de residuos sólidos como generadores; incentivando una adecuada clasificación de los residuos al momento de disponerlos en los punto ecológicos dispuesto en la Universidad.

5.2 BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA

Realizando un buen manejo del residuo plástico PET y recolectando de manera eficiente las botellas plásticas generadas por los estudiantes y docentes durante ocho meses se generarían beneficios económicos aproximadamente de \$8.531.657.

Implementando una máquina trituradora de plástico PET en la Gestión del manejo del residuo sólido se generarían beneficios económicos por \$28.438.857 aproximadamente en ocho meses.

5.3 BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA PROPUESTA

Con esta propuesta se aprovecharían los residuos de 1'990.720 botellas de plástico PET en promedio, lo que equivale a 28,4 Tn aproximadamente. Este aprovechamiento del residuo plástico PET aportaría de forma significativa a la reducción de estas cifras de contaminación de fuentes fluviales por plástico si se replicara en otras instituciones de educación. Con la materia prima obtenida después de la trituración se pueden fabricar otros productos plásticos esto reduciría la utilización de petróleo, agua y demás recursos necesarios para fabricar y producir objetos plásticos.

5.4 BENEFICIOS SOCIALES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta busca incentivar la participación de la comunidad universitaria en proyectos y actividades que propendan a incentivar educación ambiental desde la academia. A su vez, con el dinero que se obtendría de la venta de este material se podrían financiar iniciativas estudiantiles en pro del ambiente, así como auxilios económicos para estudiantes que muestren interés en desarrollar actividades que

aporten significativamente a la reducción de la huella ambiental generada por los miembros de la Universidad Católica de Colombia y de comunidades aliadas.

6. CONCLUSIONES

Las tres sedes tienen punto de depósito de residuos sólidos a través de canecas clasificadoras según la norma establecida oficialmente, pero no es usado adecuadamente.

En las canecas grises instaladas en los pasillos, salones, oficinas y salas profesores se reciben toda clase de residuos sólidos, los cuales son clasificados ocasionalmente (a interés personal) por las trabajadoras que manipulan los residuos dentro de la Universidad. El personal manipulador de los residuos sólidos no cuenta con un instructivo técnico para su clasificación, quienes lo hacen tiene como motivación la venta personal de los materiales clasificados.

Los lugares dispuestos para la clasificación y almacenamiento de los residuos sólidos no cumplen con las normas ambientales, por lo tanto es necesario contar con lugares adecuados en cada sede.

De acuerdo al estimado de generación de residuo plástico PET se percibe viable la implementación de máquina trituradora de PET, con el objeto de reducir el volumen del PET y darle mayor valor.

La Universidad Católica de Colombia genera aproximadamente 1'990.720 de botellas plásticas PET en un periodo de ocho meses, cantidad que es susceptible de incrementarse con el crecimiento poblacional de la institución cada año.

Para promover la participación estudiantil en la gestión del manejo de los residuos sólidos se deben realizar actividades de sensibilización y educación en temáticas ambientales

7. RECOMENDACIONES

Se requiere establecer el manual de procedimiento para la clasificación y aprovechamiento que cumpla con la normal oficial vigente

Se propone que la Universidad Católica de Colombia participe activamente con proyectos en iniciativas ambientales para reducir los residuos sólidos, especialmente el plástico PET.

Se sugiere un estudio para fabricar o comprar e implementar la máquina trituradora de plástico PET, residuo que se genera en todas las sedes de la Universidad Católica de Colombia

Se hace necesario establecer alianzas con organizaciones e instituciones para desarrollar iniciativas, actividades y/o proyectos que promuevan el cuidado del medio ambiente

BIBLIOGRAFÍA

DNP, Informe 2016, [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Rellenos-sanitarios-de-321-municipios-colapsar%C3%A1n-en-cinco-a%C3%B1os,-advierte-el-DNP-.aspx>

OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTÁ, Indicadores, Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana- DRRSDJ. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=37&v=IS.M>

DECRETO 1713 DEL 2002, “Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos” (En Línea) < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>>

HAKKENS, Dave, Sitio WEB, Precious Plastic. Holanda. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <https://preciousplastic.com/en/plan/> [Decreto 1713 de 2002]

ANLA, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES, Plan de Gestión de devolución de productos Pos consumo, [en línea]. Colombia: [citado 20, marzo, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.anla.gov.co/posconsumo>

BEDOYA, Luis Felipe, 2016 Entrevista, Diario la República [en línea] Revista, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://www.larepublica.co/solo-26-de-las-botellas-pl%C3%A1sticas-se-recicla_357536

BRUNDTLAND, Gro Harlem, 1987, Informe Brundtland, Our Common future [en línea]. PDF [citado abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

CARTA UNIVERSIA, 2014, [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://media.utp.edu.co/rectoria/archivos/CARTA_RIO_FINAL_ES_1.pdf

CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE, Glosario de términos sobre el reciclaje, [en línea]. España: [citado 20, marzo, 2017]. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/n2glosar.html>

COMUNICADO DE PRENSA; abril 2016, resultados de la Encuesta Mensual Manufacturera – EMM [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmm/cp_mmm_feb16.pdf

Decreto 1713 del 2002, “Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de

aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos” (En Línea) < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>>

DEFINICIONES. (En línea). <http://definicion.de/plastico/>

Derraik, J. G. B. 2002, “The Pollution of the Marine Environment by Plastic Debris: A Review.” *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842–85

DIARIO LA REPÚBLICA, [en línea] Revista, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://www.larepublica.co/solo-26-de-las-botellas-plasticas-se-recicla_357536

DNP, Informe 2016, [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Rellenos-sanitarios-de-321-municipios-colapsar-en-cinco-dias,-advierte-el-DNP-.aspx>

EDUTEKA, Manejo de residuos orgánicos e inorgánicos. Gutiérrez, María Enelsa. Colombia (En línea). < <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/10735>>

EKO, Una Marca de ENKA. El PET y su reciclaje [en línea], [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.eko.com.co/reciclaje.html>

ENKA Colombia Informe de Sostenibilidad 2016. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.enka.com.co/enka/index.php/es/content/download/305/4784/file/INFORME+SOSTENIBILIDAD+VF+Marzo.pdf>

GARCÍA OLIVARES, Arnulfo Arturo, Recomendaciones táctico operativas para implementar un programa de logística inversa, Estudio de caso en la industria del reciclaje del plástico, México: Documento PDF, p.149

GARCÍA, Sergio, 2009, *Revista Iberoamericana de Polímeros* García, [en línea]. PDF [citado Abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>

GARCÍA, Sergio, 2009, *Revista Iberoamericana de Polímeros* García, [en línea]. PDF [citado abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>

GOLEMAN, Daniel, 2009. *Inteligencia ecológica*, Ediciones B
GREENPEACE. El plástico en los océanos: [en línea], [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_

en_los_oceanos_LR.pdf

HAKKENS, Dave, Sitio WEB, Precious Plastic. Holanda. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <https://preciousplastic.com/en/plan/>

InfoReciclaje. Definición y proceso de reciclaje. (En línea) < <http://www.inforeciclaje.com/que-es-reciclaje.php>>

INTERNATIONAL COASTAL CLEANUP, 2010, Informe, Trash Travel, [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://act.oceanconservancy.org/images/2010ICCRReportRelease_pressPhotos/2010_ICC_Report.pdf

CRUZ, B. Manejo de residuos sólidos en instituciones educativas. Facultad de Ingeniería

MINAMBIENTE, Colombia, [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/programas-posconsumo-informacion-general>

MINAMBIENTE, Comunicado. Unión Universitaria en Producción y Consumo Sostenible. 2016

MIRAVETE, Antonio “Los nuevos materiales en la construcción”. Editorial Antonio Miravete. 2ª Edición. Universidad de Zaragoza, 1995

NGRD. Programa de gestión para el manejo integral de residuos. 2016. [en línea], [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Lineamientos_Int/PRO-1300-SIPG-01_Manejo_Integral_de_Residuos-V5.pdf

OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTA, Indicadores, Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana- DRRSDJ. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=37&v=l>

OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTA, porcentaje de residuos sólidos aprovechados – RSA. [en línea] Informe, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=984&v=l#>

PÉREZ, Juan Pablo, Revista Comercio Exterior, Vol. 64, N°5, septiembre y octubre de 2014 La industria del plástico en México y el mundo. [en línea]. [citado abril, 2017]. Disponible en Internet: http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.p

df

PNUD. Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo Objetivos de Desarrollo Sostenibles. [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet:<http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

PROYECTO PARA INSTALACIÓN DE PUNTOS ECOLÓGICOS, Proyecto de acuerdo N° 071 de 2010, [en línea]. Colombia: [citado 20, marzo, 2017]. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38899>

PUJ. Manejo Integral de aspectos ambientales (En Línea), Bogotá. Citado 11 de febrero de 2017. Disponible en internet: <http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/IER/documentos/OTROS/Pres_Residuos_CamiloC.pdf>

RED COLOMBIA DE FORMACIÓN AMBIENTAL, RCFA, [en línea] Artículo, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://redcolombianafa.org/es/redes-tematicas/red-de-jovenes-por-el-ambiente>

RESOLUCIÓN 1675, De plaguicidas: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Programa_posconsumo_existente/resolucion_1675_de_plaguicidas_1.pdf

REVISTA DINERO, 2016. [en línea] Revista, [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/economia/articulo/oportunidad-para-colombia-en-el-mercado-mundial-de-plasticos-/217899>

RICHARDSON & LOKENSGARD. “Industria del plástico”. Ed. Paraninfo. Madrid, 2002. Pág. 35.

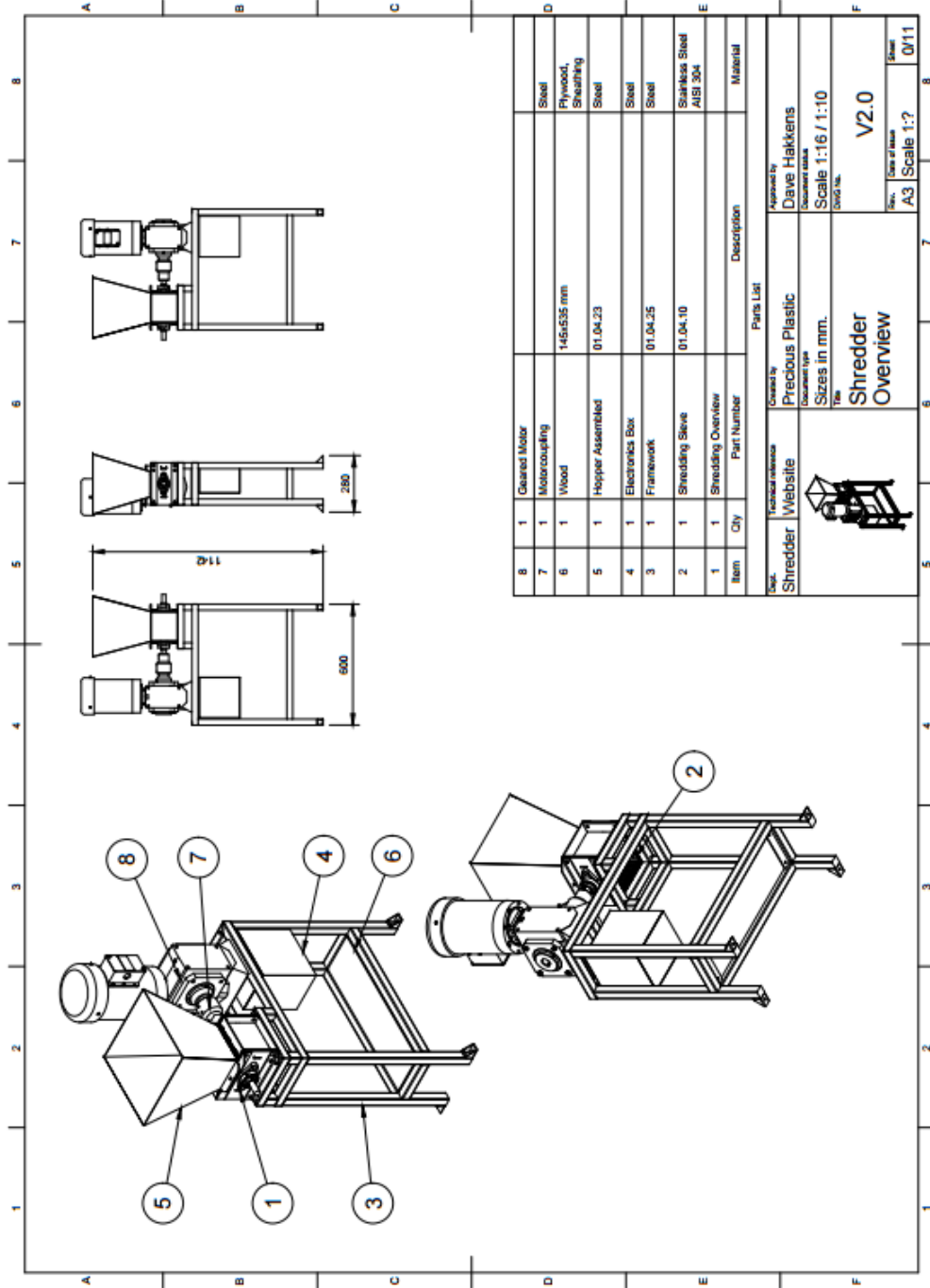
SIAME, Sistema de información ambiental minero energético, 2009, Guías ambientales. [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INDUSTRIAL%20Y%20MANUFACTURERO/Guias%20ambientales%20sector%20pl%C3%A1sticos.pdf

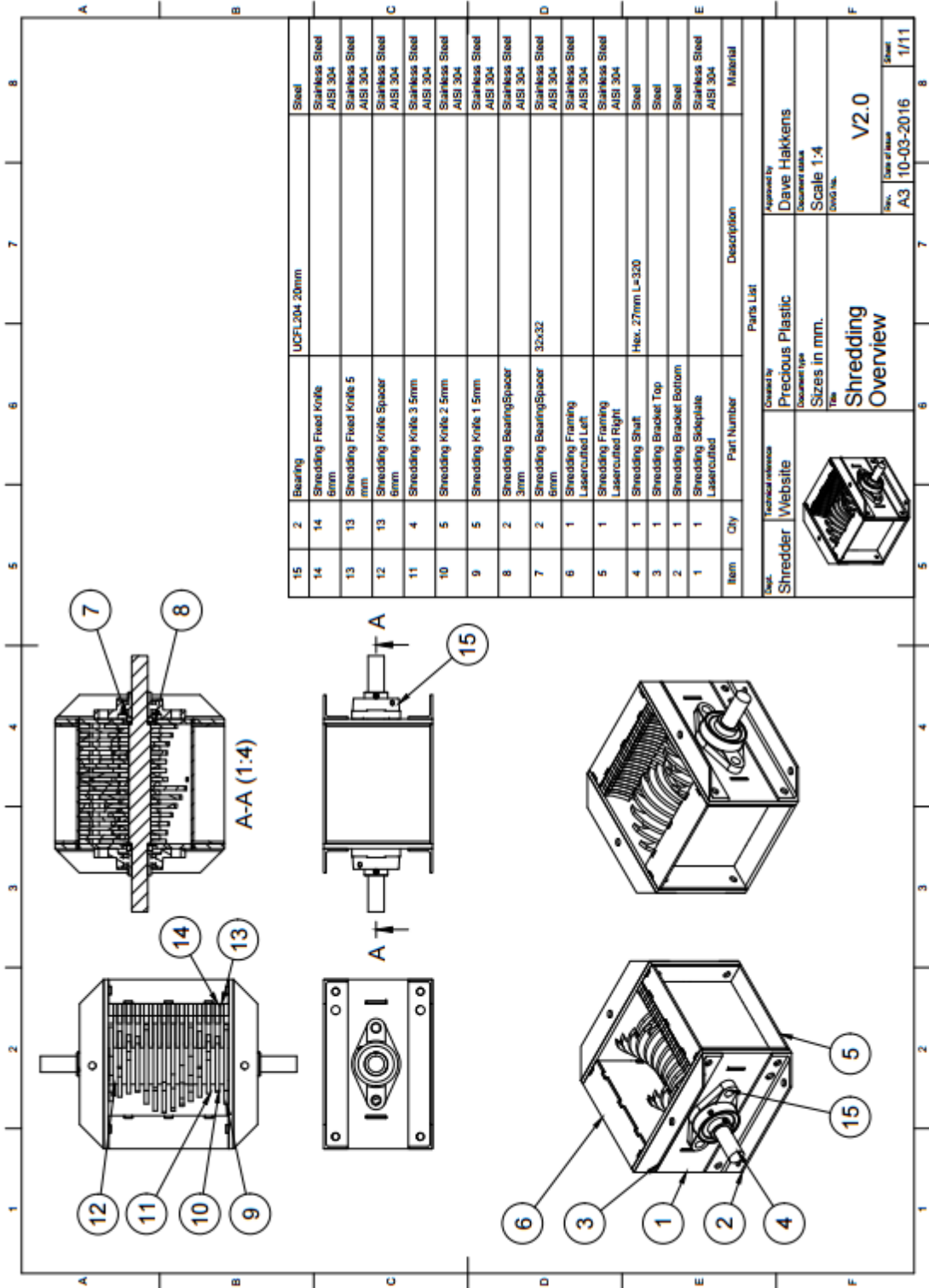
UN.ORG, 2016. [en línea] [citado, abril, 2017]. Disponible en Internet. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

UN:ORG Naciones Unidad. La Agenda de Desarrollo Sostenible [en línea] [citado, mayo, 2017]. Disponible en Internet:<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/>

ANEXOS

ANEXO A: Planos Máquina Trituradora





Item	Qty	Part Number	Description	Material
15	2	Bearing	UCFL204 20mm	Steel
14	14	Shredding Fixed Knife 5mm		Stainless Steel AISI 304
13	13	Shredding Fixed Knife 3mm		Stainless Steel AISI 304
12	13	Shredding Knife Spacer 3mm		Stainless Steel AISI 304
11	4	Shredding Knife 3.5mm		Stainless Steel AISI 304
10	5	Shredding Knife 2.5mm		Stainless Steel AISI 304
9	5	Shredding Knife 1.5mm		Stainless Steel AISI 304
8	2	Shredding Bearing/Spacer 3mm		Stainless Steel AISI 304
7	2	Shredding Bearing/Spacer 32x32		Stainless Steel AISI 304
6	1	Shredding Framing Laser-cut Left		Stainless Steel AISI 304
5	1	Shredding Framing Laser-cut Right		Stainless Steel AISI 304
4	1	Shredding Shaft	Hex. 27mm L=320	Steel
3	1	Shredding Bracket Top		Steel
2	1	Shredding Bracket Bottom		Steel
1	1	Shredding Soleplate Laser-cut		Stainless Steel AISI 304

Parts List

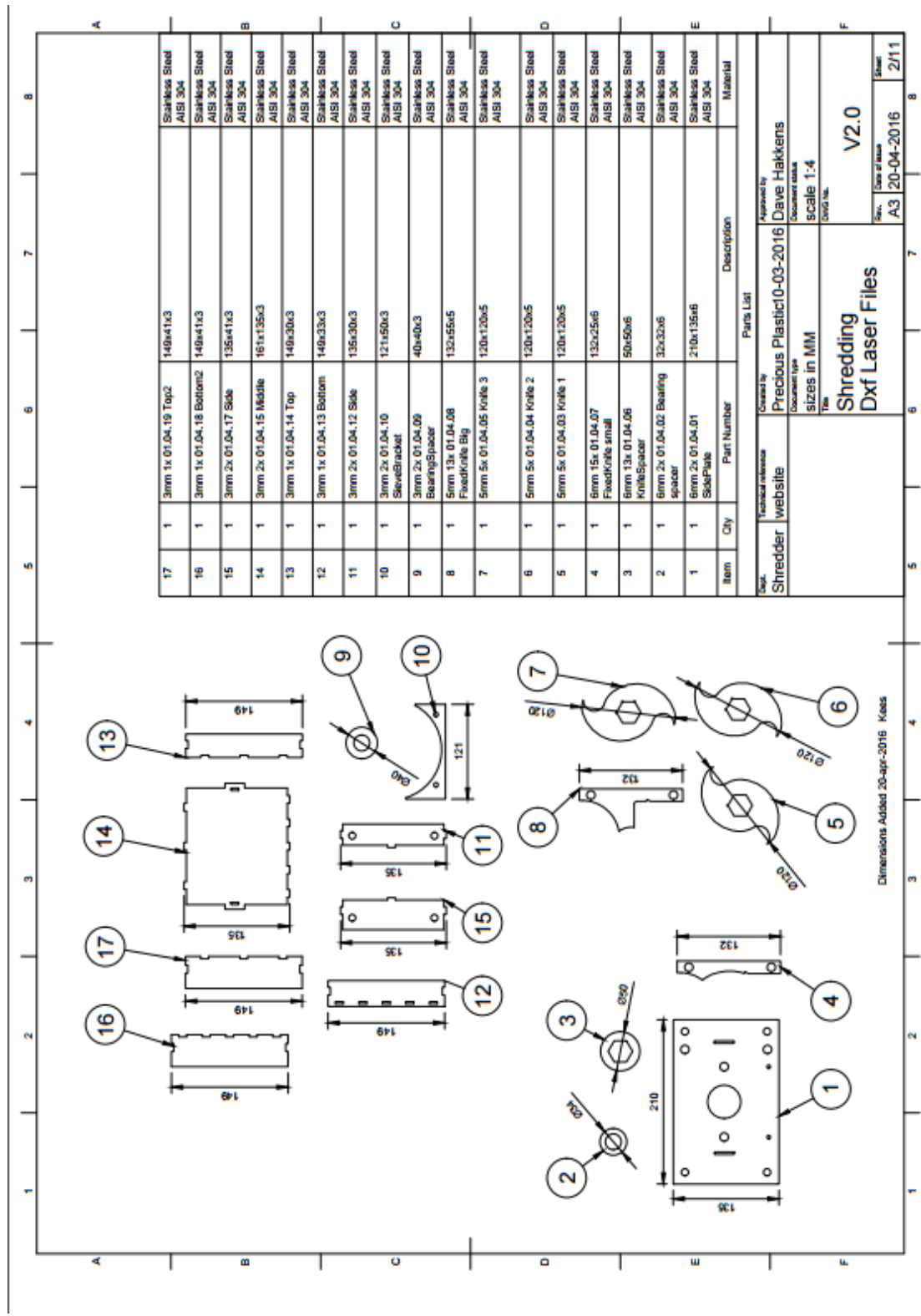
Owned by: Precious Plastic
 Document type: Shredder Website
 Document status: Dave Hakken's

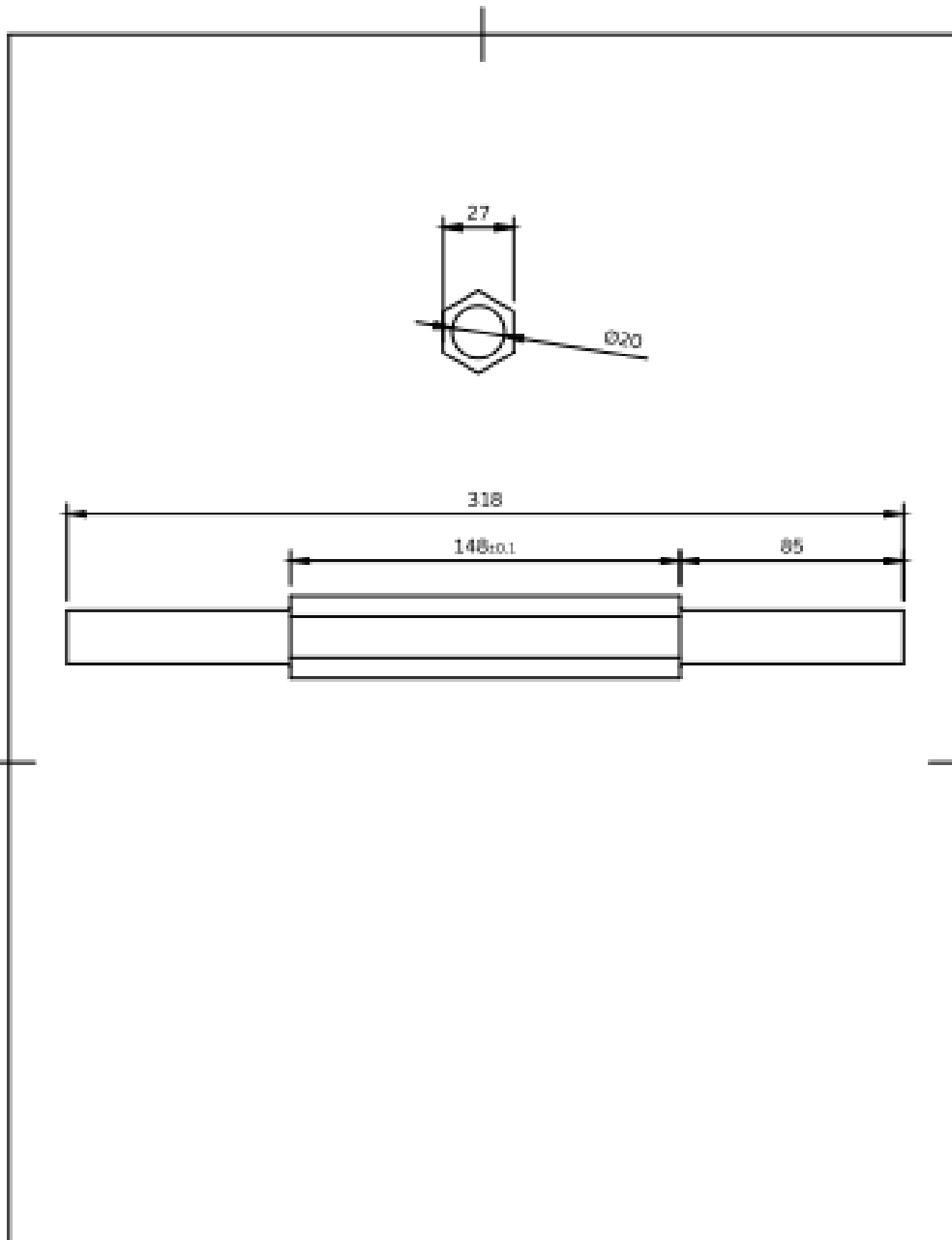
Scale 1:4
 Date: 10-03-2016

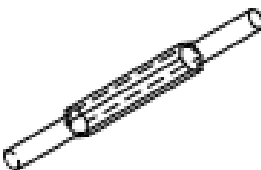
Shredding Overview

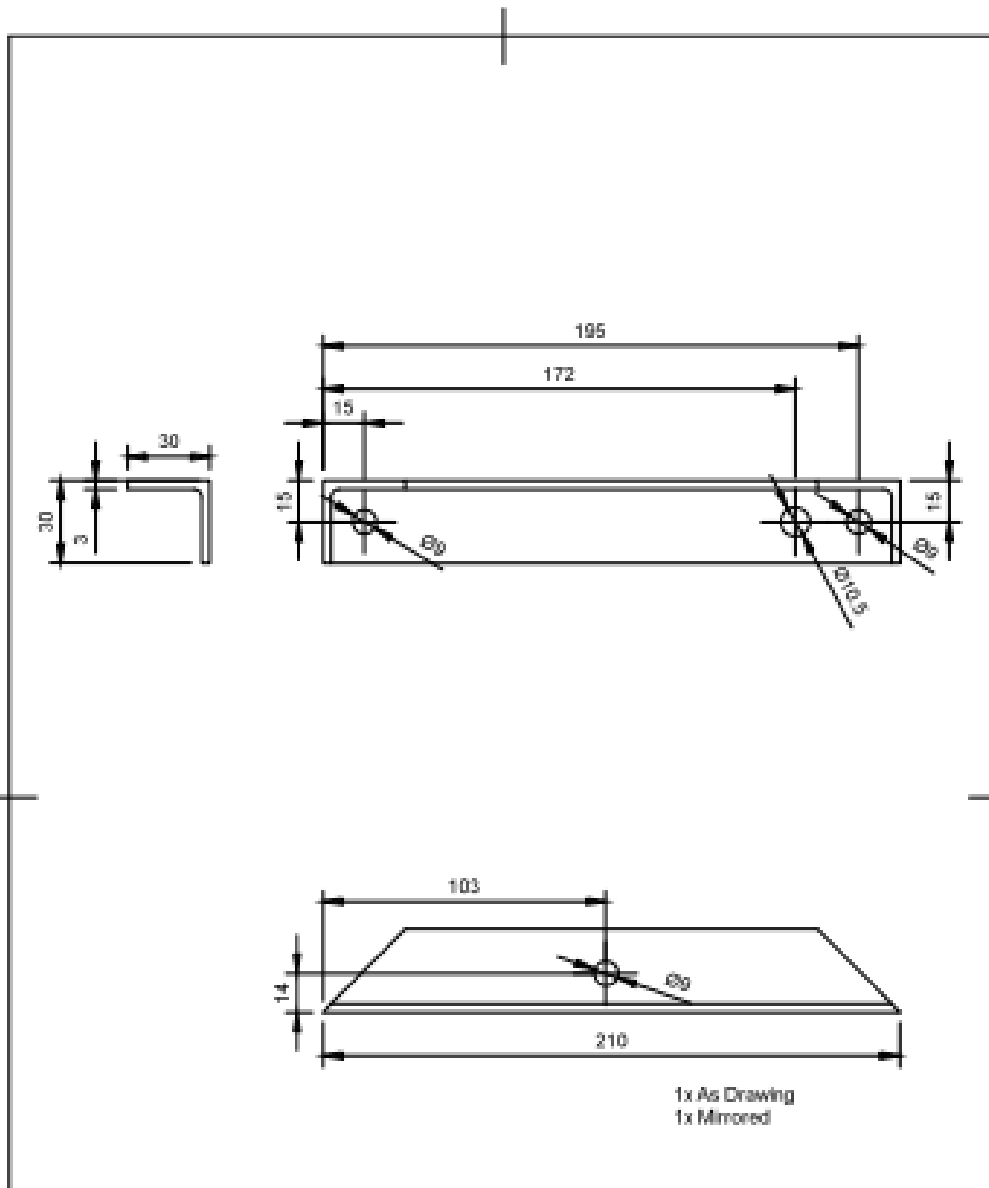
V2.0

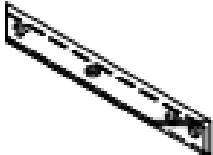
Rev. A3 10-03-2016 1/11

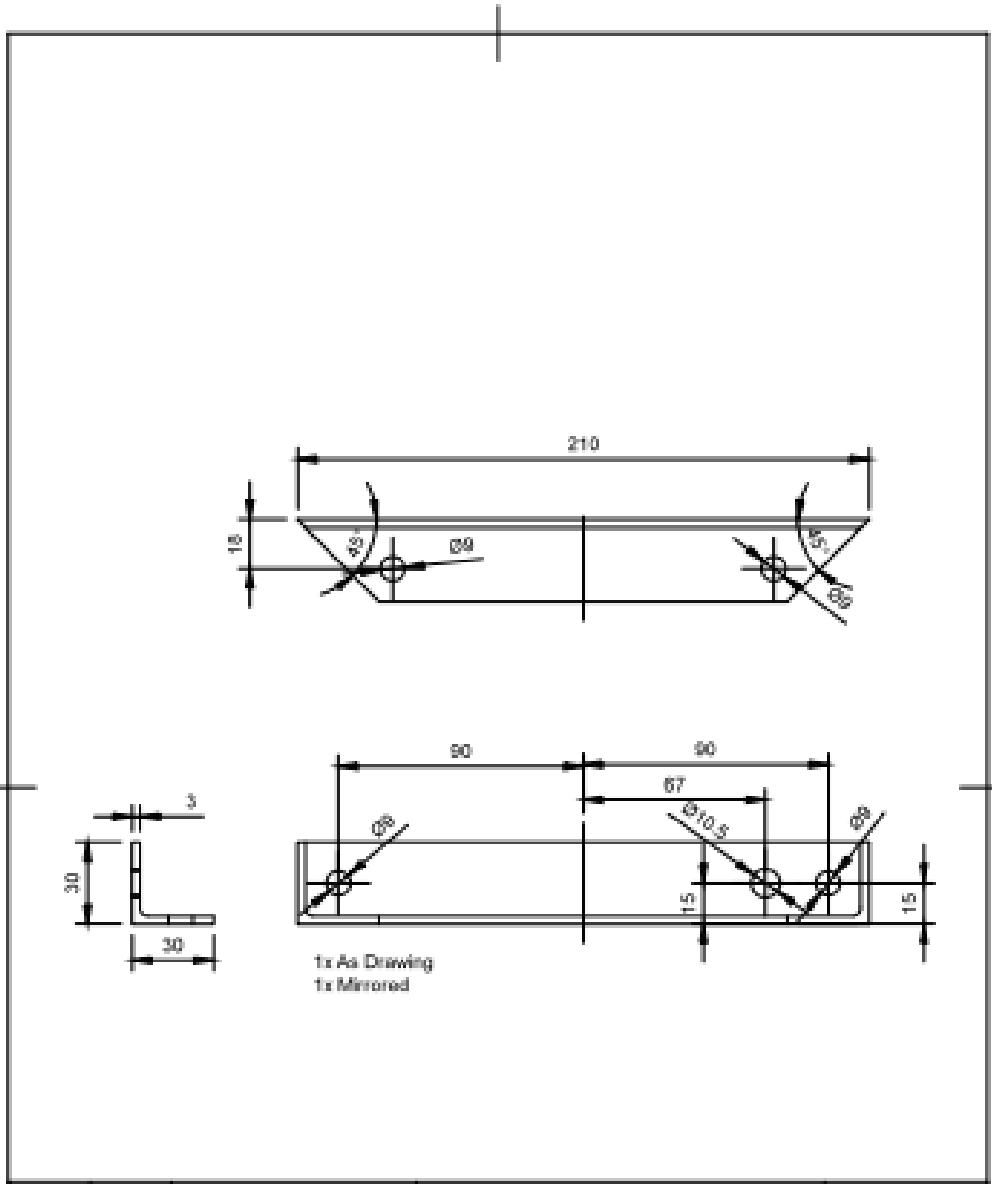




Dept. Shredding	Technical reference website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
	Document type sizes in MM	Document status scale 1:2	DWG No. V2.0
	Title Shredding Axe	Rev. A4	Date of issue 10-03-2018
		Sheet 3/11	

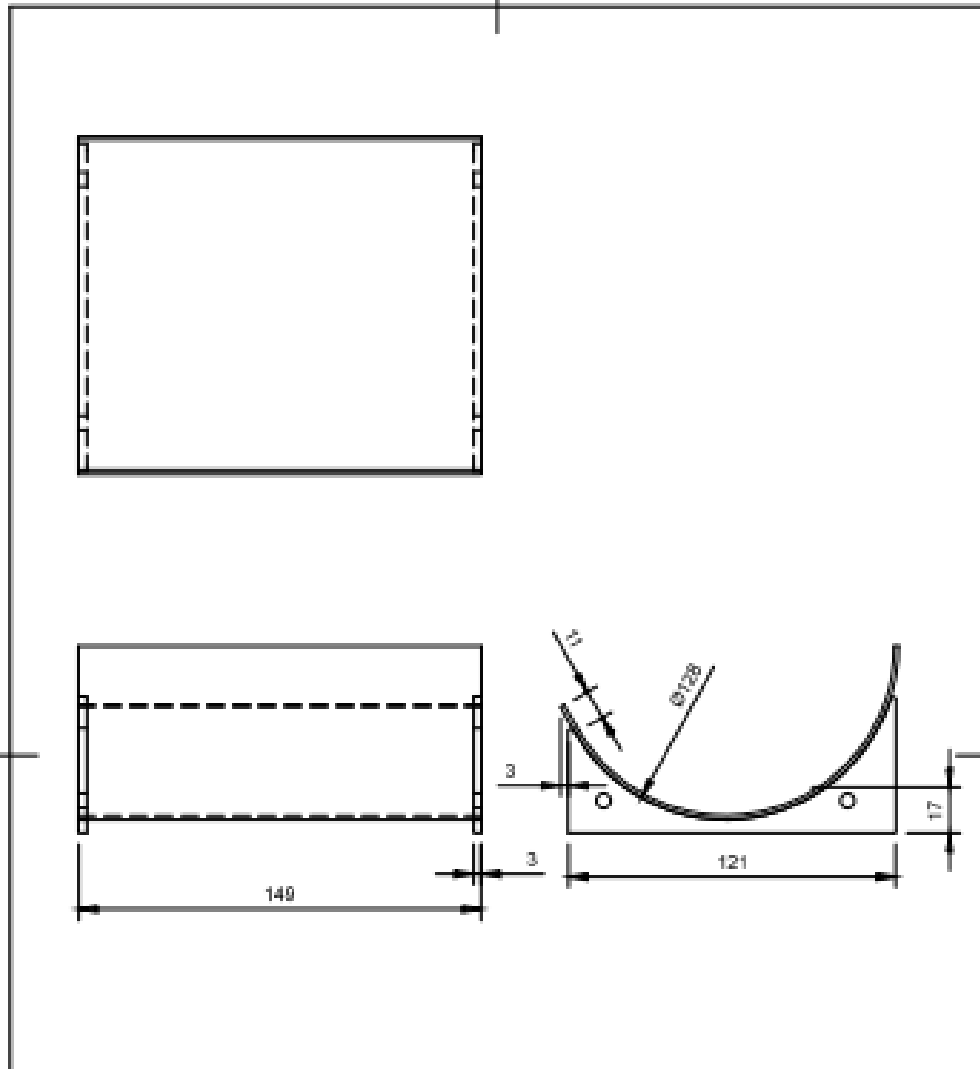


1	1	Angle 30x30x3 (1)	L=210	Steel
Item	Qty	Part Number	Description	Material
Parts List				
Dept. Shredding	Technical reference website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens	
		Document type sizes in MM	Document status scale 1:2	
		Title Shredding bracket top	DWG No. V2.0	
		Rev. A4	Date of issue 10-03-2016	Sheet 4/11



1	1	Angle 30x30x3	L=210	Steel
Item	Qty	Part Number	Description	Material

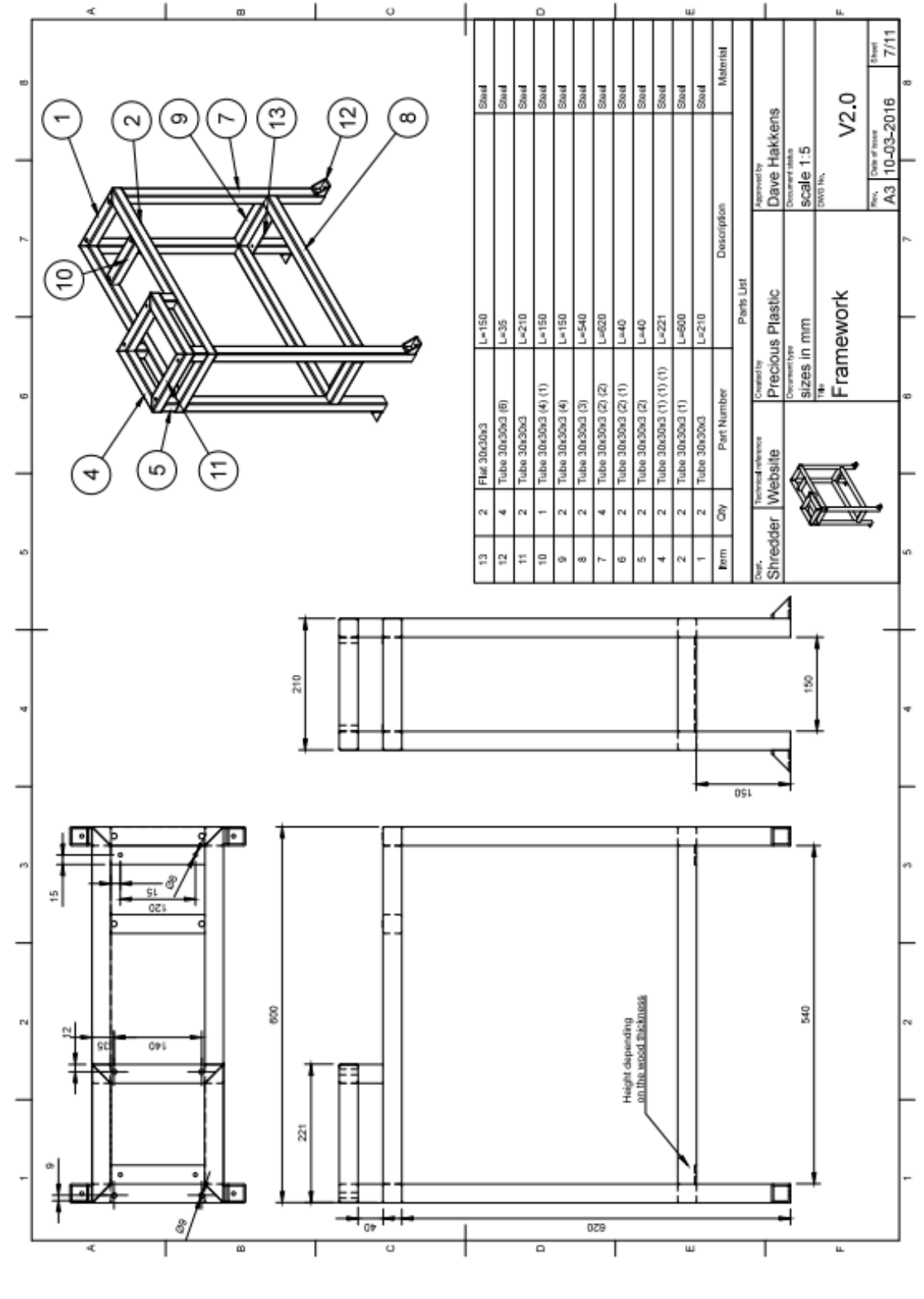
Parts List				
Dept. Shredder	Technical reference Website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens	
		Decomment type sizes in mm	Document status scale 1:2	
		Title Shredding bracket bottom	DWG No. V2.0	
		Rev. A4	Date of issue 10-03-2016	Sheet 5/11

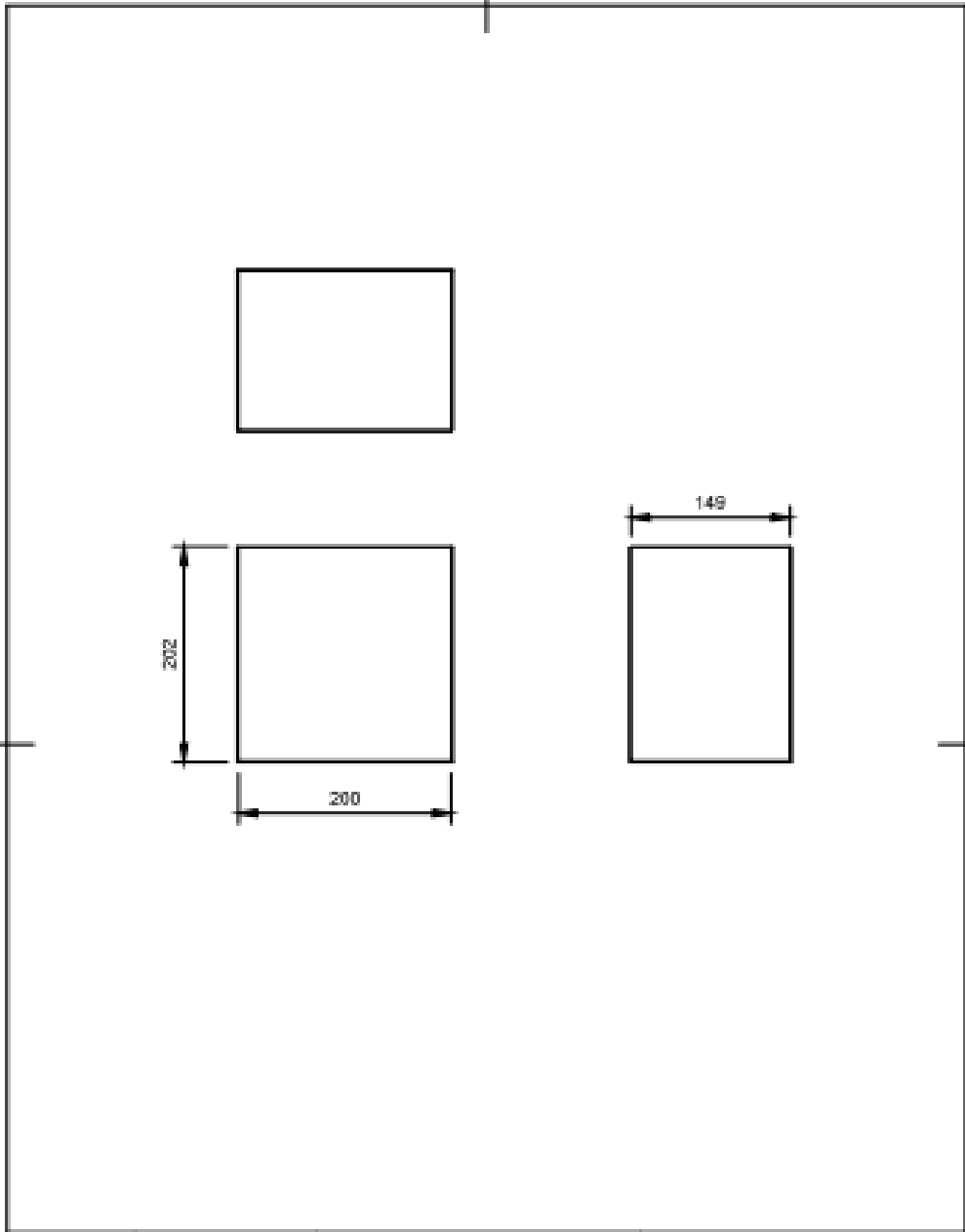


2	1	Sieve	149x180 x1.5	Stainless Steel AISI 304
1	2	Mountingplate	121x50x3	Stainless Steel AISI 304
Item	Qty	Part Number	Description	Material

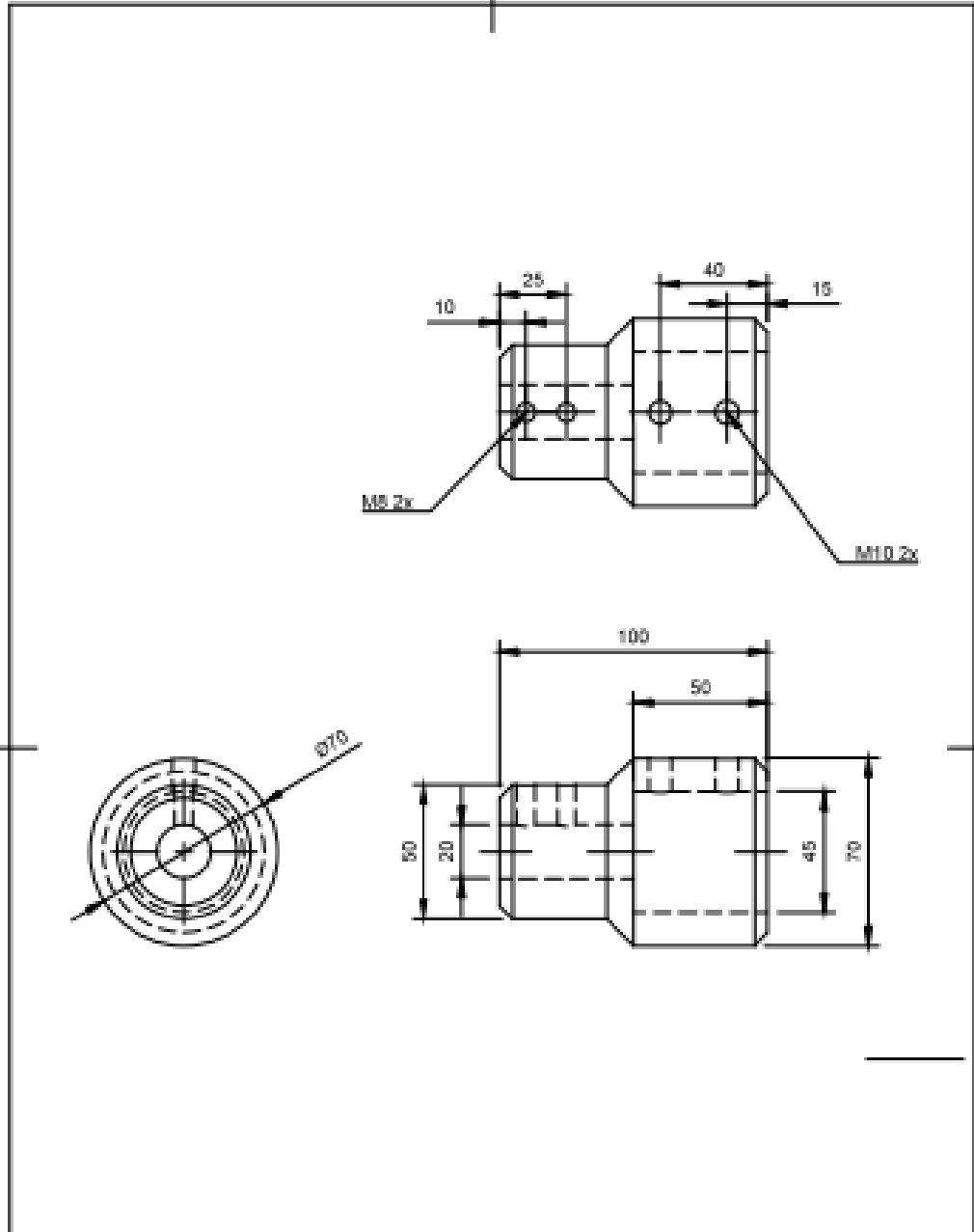
Parts List


Dept. Shredder	Technical reference Website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
		Document type sizes in mm	Document status scale 1:2
		Title Shredding sieve	
		DWG No. V2.0	
Rev. A4	Date of issue 10-03-2018	Sheet 6/11	

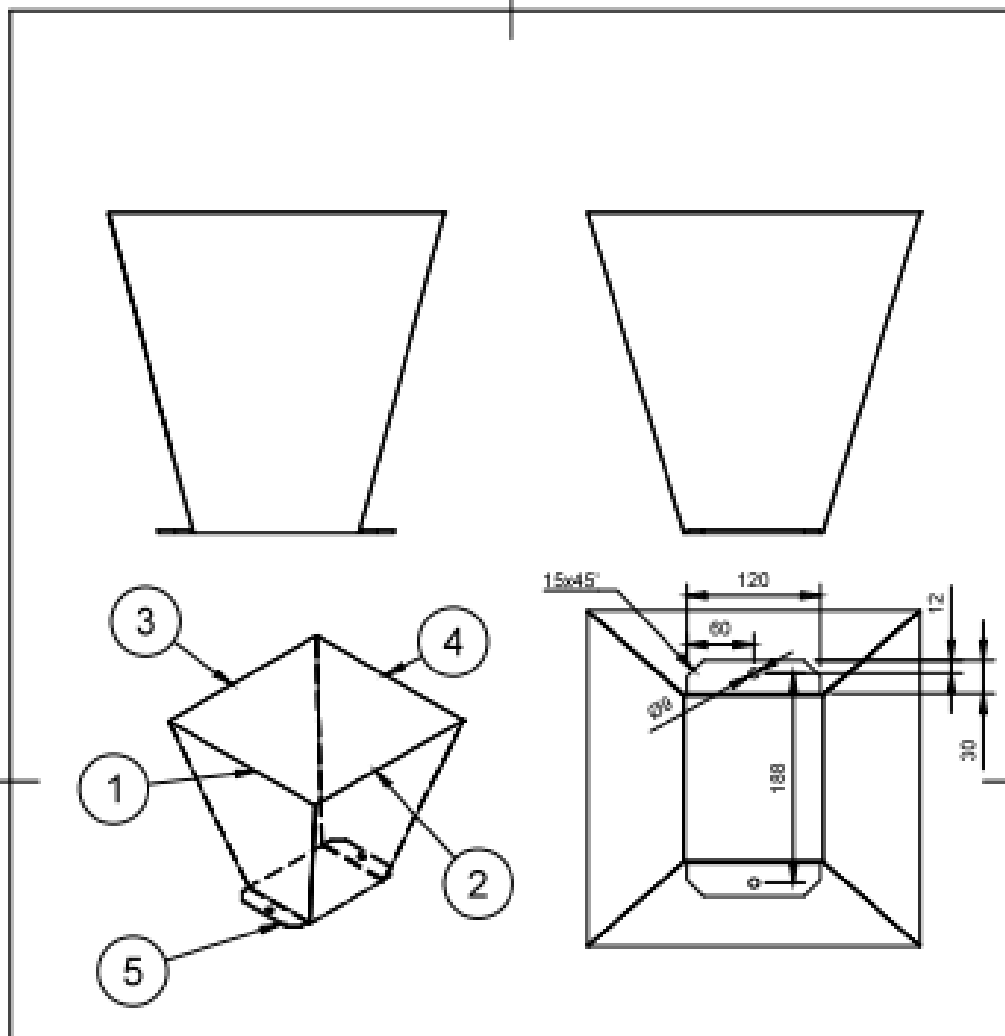




Dept. Shredder	Technical reference Website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
	Document type sizes in mm	Document status scale 1:5	Document No. V2.0
	Title Electronics Box	Rev. A4	Date of issue 10-03-2016
		Sheet 8/11	



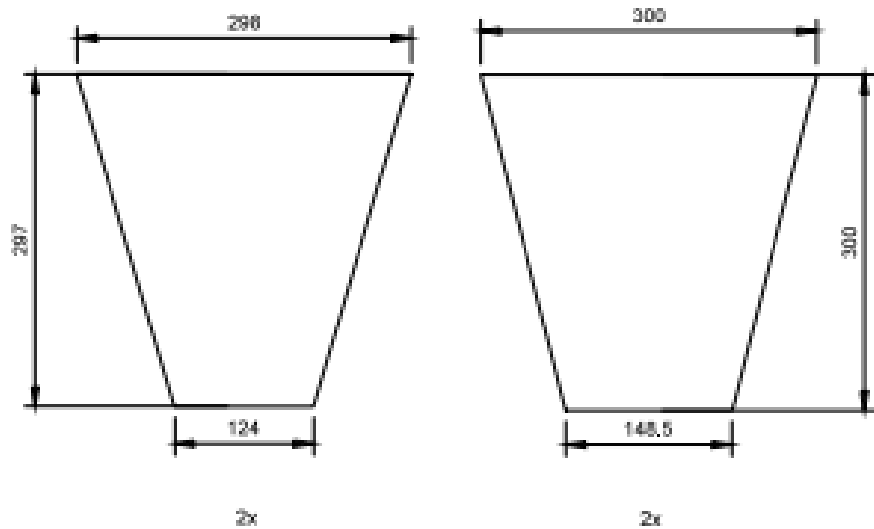
Dept. Shredder	Technical reference Website	Created by Precious Plastic	Approved by sizes in mm
	Document type sizes in mm	Document status scale 1:2	DWG No.
	Title Electronics Motor connector 20->45 mm	V2.0	
	Rev.	Date of issue	Sheet
A4	10-03-2016	9/11	



5	2	Bracket	Flat 30x30x3 L=120	Steel
4	1	Side(Mirror)	01.04.24	Steel
3	1	Front(Mirror)	01.04.24	Steel
2	1	Front	01.04.24	Steel
1	1	Side	01.04.24	Steel
Item	Qty	Part Number	Description	Material

Parts List

Dept. Shredder	Technical reference Website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkers
		Document type sizes in mm	Document status scale 1:5
		Title Hopper Assembled	
		DWG No. V2.0	
Rev. A4	Date of issue 10-03-2018	Sheet 10/11	



Item	Qty	Part Number	Description	Material
2	1	Front (1)	300x300x1mm	Steel
1	1	Side (1)	298x297x1mm	Steel

Parts List

Dept. Shredder	Technical reference Website	Created by Precious Plastic	Approved by Dave Hakkens
		Document type sizes in mm	Document status scale 1:5
		Title Hopper Sheets	DWG No. V2.0
Rev. A4	Date of issue 10-03-2018	Sheet 11/11	