



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,

INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON
PLÁSTICOS RECICLADOS: EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES
DURANTE LA PRODUCCIÓN”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES: MARCO VINICIO CAJAMARCA PARAPI.

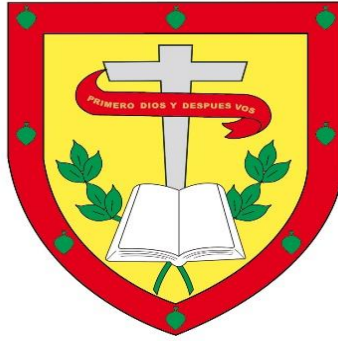
CINTHYA KARINA PADILLA DOMÍNGUEZ.

DIRECTOR: ING. VICTOR MANUEL CHACÓN CEDEÑO.

CUENCA-ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,

INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.

**CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON
PLÁSTICOS RECICLADOS: EVALUACIÓN DE
CONTAMINANTES DURANTE LA PRODUCCIÓN.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.**

**AUTORES: MARCO VINICIO CAJAMARCA PARAPI
CINTHYA KARINA PADILLA DOMINGUEZ**

**DIRECTOR: ING. CIV. VÍCTOR MANUEL CHACÓN
CEDEÑO**

CUENCA- ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO.

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Marco Vinicio Cajamarca Parapi portador de la cédula de ciudadanía N° **0302470950** y **Cinthy Karina Padilla Domínguez** portadora de la cedula de ciudadanía N° **0106421563**. Declaramos ser los autores de la obra: **“Construcción de elementos estructurales con plásticos reciclados: Evaluación de contaminantes durante la producción”**, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales,éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 24 de julio del 2023

F: 

Marco Vinicio Cajamarca Parapi

0302470950

F: 

Cinthy Karina Padilla Domínguez

0106421563

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Víctor Manuel Chacón Cedeño con CI: **0102519071** en calidad de director de tesis certifico que el trabajo **“Construcción de elementos estructurales con plásticos reciclados: Evaluación de contaminantes durante la producción”**, fue realizado por los estudiantes Marco Vinicio Cajamarca Parapi y Cinthya Karina Padilla Domínguez, bajo mi supervisión.

Cuenca, 24 de julio del 2023



.....
Ing. Víctor Manuel Chacón Cedeño

DIRECTOR.

DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios por permitirme llegar a esta etapa que siempre he soñado en mi vida ya que me dio las fuerzas necesarias y conocimiento, por guiarme en cada paso de mis estudios universitarios para llegar a ser un gran profesional. Para mi madre en especial que Dios la tiene en su gloria y es un ángel en mi vida, sé que está orgullosa de su hijo y desde donde está me bendice.

Para mi padre, abuelos, tíos y hermano, por su comprensión y ayuda en los momentos buenos y malos, quienes me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, para mi esposa que ha estado en cada paso, por su paciencia, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es, ya que ella me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permita dar el máximo de mí. Para mi hija, su nacimiento ha sido mi máximo esfuerzo, es lo mejor que me ha pasado y quien vino a este mundo a darme el último empujón que necesitaba para terminar mis estudios.

Marco Cajamarca Parapi

Esta tesis va dedicada a mi papi, mi hermana, mi hija Lisseth y mi prometido Fernando; quienes son mi motor para salir adelante.

De manera especial la dedico a mi mami Laura Domínguez (+), quien fue y siempre será mi fortaleza y mi motivación para no rendirme ante las adversidades que se me presenten; fuiste la persona que siempre confió en mí la que me dio su apoyo incondicional para que pudiera culminar mi carrera universitaria y alcanzar este gran sueño de obtener mi título profesional.

Cinthya Padilla Domínguez.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro. Agradezco a mi institución por los conocimientos brindados durante este proceso.

Quiero de manera especial agradecer al Ingeniero Víctor Chacón Cedeño, por confiar en mí, para realizar este proyecto, por haber sido muy paciente y ser esa persona que con sus directrices pudo explicarme aquellos detalles para culminar mi tesis, en verdad gracias por sus enseñanzas, sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

Marco Cajamarca Parapi

Primeramente, agradezco a Dios y a la Virgen, por darme salud, fortaleza y sabiduría para confrontar las adversidades que se fueron presentando durante mi formación profesional.

Por concederme unos excelentes padres quienes con sacrificio me supieron apoyar para que cumpla mi sueño anhelado, a mi hermana por sus palabras de motivación.

A mis tíos, quienes siempre han estado brindándome sus palabras de aliento y de manera especial a mi tío Alfredo por siempre estar pendiente de mí, por cada consejo que me dio en su momento, por ser la persona que me guio desde que era una niña.

A mis profesores por la enseñanza adquirida durante mi formación profesional, y de manera especial, al Ing. Víctor Chacón Cedeño tutor de nuestra tesis ya que con su dirección, conocimiento, y colaboración fue posible el desarrollo de esta investigación.

Cinthya Padilla Domínguez.

RESUMEN

El proyecto de investigación consiste en el análisis de la calidad del agua y el monitoreo de las emisiones gaseosas, que se genera durante la producción de los elementos estructurales, fabricados con plástico reciclado que se encuentra en el laboratorio de Economía Circular perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca.

En primera instancia se realiza la clasificación del plástico separándolos de acuerdo al código de identificación para proceder a lavarlos, córtalos, triturarlos, fundir el material, y fabricar los elementos estructurales.

Para analizar la calidad del agua y las emisiones gaseosas que se generan en la fundición del plástico se evalúa los contaminantes como son: Hidrocarburos, Sulfatos, Magnesio, Ph, cloruros, los mismos que fueron realizados en el laboratorio de Saneamiento de ETAPA. De igual manera se evalúa los siguientes contaminantes: Material particulado de 2.5 μm , material particulado de 10 μm , Monóxido de Carbono, Ácido Sulfúrico, y Ozono los cuales se determinaron mediante el detector de gases, equipos que pertenecen a la Universidad Católica de Cuenca.

Finalmente, los resultados obtenidos muestran que los contaminantes analizados están contaminando al medio ambiente, seres humanos, ecosistema, y también contaminan el agua que es descargada al sistema de alcantarillado.

Palabras clave: Contaminantes, emisiones gaseosas, plásticos, medio ambiente.

ABSTRACT.

The research project involves analyzing water quality and monitoring gaseous emissions generated during the production of structural elements made from recycled plastic in the Circular Economy laboratory of the Catholic University of Cuenca.

The first step is to classify the plastic by separating it according to the identification code, then washing, cutting, crushing, and melting the material to manufacture the structural elements.

In ETAPA's sanitation laboratory, hydrocarbons, sulfates, magnesium, Ph, and chloride pollutants are assessed to analyze water quality and gaseous emissions from plastic smelting process. Additionally, particulate matter of 2.5 μm , particulate matter of 10 μm , carbon monoxide, sulfuric acid, and ozone contaminants are also evaluated using the gas detection equipment belonging to the Catholic University of Cuenca.

Finally, the results indicate that the analyzed pollutants contaminate the environment, human beings, the ecosystem, and the water discharged into the sewage system.

Keywords: Pollutants, gaseous emissions, plastics, environment

INDICE

INDICE DE FIGURAS.....	14
INDICE DE TABLAS.....	15
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	16
1.1. Introducción.....	16
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Delimitación del problema.....	19
1.4. Definición de la zona de estudio.....	20
1.5. Justificación.....	20
1.5.1. Como afecta los plásticos al medio ambiente.....	23
1.6. Objetivos.....	24
1.6.1. General.....	24
1.6.2. Específicos.....	24
1.7. Metodología.....	24
1.8. Hipótesis.....	26
CAPITULO II: FUNDAMENTACION TEORICA.....	27
2.1. Normativa ambiental y gestión de desechos.....	27
2.2. Plásticos.....	27
2.2.1. Propiedades de los plásticos.....	28
2.2.2. Clasificación de los plásticos.....	28
2.2.3. Procesamiento de los plásticos.....	30
2.2.4. Plásticos no reutilizables.....	30
2.3. Legislación ambiental.....	30
2.3.1. Art.226. Principio de jerarquización.....	31
2.3.2. Art.586. Fases de la gestión integral.....	31
2.3.3. Art.51. Normas técnicas Nacionales para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales.....	31
2.3.4. Art.57. Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.....	32
2.3.5. Art578. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos.....	32
2.3.6. Acuerdo Ministerial 097A.....	32
2.3.7. Acuerdo Ministerial 142.....	33
2.4. Jerarquización de la Gestión Integral de Residuos Solidos.....	34
2.5. Triángulo de Mobius.....	35

2.5.1. Identificación americana de los plásticos.....	36
2.6. Reciclaje inclusivo	37
2.7. Economía circular	39
2.7.1. Objetivos de la ley orgánica de economía circular inclusiva.....	39
2.7.2. Mecanismos de apoyo asociados a la economía circular inclusiva.....	40
2.7.3. Libro blanco de la economía circular	40
2.8. Elementos estructurales	41
2.9. Beneficios del uso del plástico en adoquines filtrantes	42
2.10. Tratamiento del plástico reciclado para usarlo en la fabricación de adoquines..	43
2.11. Fabricación de adoquines.....	43
2.11.1. Dosificado	43
2.11.2. Mezclado.....	44
2.11.3. Curado.....	44
2.11.4. Secado.....	45
2.11.5. Almacenamiento y transporte.....	44
2.12. Calidad del aire	44
2.12.1. Valores máximos permisibles de concentraciones de emisión	45
2.13. Calidad del agua.....	45
2.14. Productos que se almacenan en los envases	46
2.14.1. Sulfatos.....	46
2.14.2. Cloruro de potasio.....	46
2.14.3. Sulfato de sodio.....	46
2.14.4. Alcohol.....	47
2.14.5. Ácido sulfúrico.....	48
2.14.6. Aceites usados	48
2.15. Productos químicos peligrosos	48
2.15.1. Dioxinas y furanos	48
2.15.2. Material particulado de 2.5 y 10 µm	49
2.15.3. Monóxido de carbono	50
2.15.4. Ozono	50
2.16. Porcentaje de compuestos que se adhiere al envase	51
CAPITULO III: METODOS Y PROCESOS	52
3.1. Descripción del caso de estudio	52
3.1.1. Mezclado de los plásticos.....	53

3.1.2. Cuarteo de los plásticos.....	54
3.1.3. Caracterización.....	54
3.2. Calculo del peso volumétrico de la muestra	55
3.3. Clasificación de los plásticos	56
3.3.1. Clasificación de los plásticos según el triángulo de Mobius	57
3.3.2. Porcentajes de los plásticos clasificados	58
3.3.3. Compuestos almacenados de los envases	59
3.4. Plásticos usados para la fabricación de estructuras	60
3.4.1. Lavado de los plásticos	60
3.4.2. Toma de las muestras del agua a ser analizada	61
3.5. Construcción de estructuras de plástico	62
3.5.1. Corte de los plásticos	62
3.5.2. Trituración de los plásticos	63
3.5.3. Fundición de los plásticos	64
3.6. Materiales utilizados	65
3.6.1. Análisis de la calidad del agua	67
3.6.2. Análisis de la calidad del aire.....	67
CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	70
4.1. Resultados de los análisis de la calidad del agua.....	70
4.2. Comparación de los resultados obtenidos con la Normativa Vigente	70
4.3. Resultados de los análisis de la calidad del aire	72
4.4. Comparación de los resultados obtenidos con la normativa.....	72
4.5. Comparación de los plásticos que no se utilizaron con los plásticos utilizados para la construcción de los elementos estructurales	74
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. Conclusiones	76
5.2. Recomendaciones	78
REFERENCIAS	80
ANEXOS	88

INDÍCE DE FIGURAS.

Figura 1: Diagrama de flujo del procesamiento del plástico.	18
Figura 2: Ubicación de la zona de estudio.	20
Figura 3: Piramide Invertida.	35
Figura 4: Clasificación del sistema de identificación americano de los plásticos.	36
Figura 5: Laboratorio de Economía Circular.	52
Figura 6: Mesclado del plástico reciclado.	54
Figura 7: Cuarteo del plástico.	54
Figura 8: Caracterización del Plástico Reciclado.	55
Figura 9: Clasificación de los plásticos.	57
Figura 10: Porcentaje de los pesos de los plásticos ya clasificados.	58
Figura 11: Porcentaje de los compuestos de los envases plásticos.	59
Figura 12: Etiquetas de los compuestos almacenados en los plásticos.	59
Figura 13: Lavado de los plásticos.	61
Figura 14: Muestra del agua recolectada.	61
Figura 15: Corte de los plásticos.	62
Figura 16: Trituración de los plásticos.	63
Figura 17: Fundición del plástico.	64
Figura 18: Equipos Utilizados	66
Figura 19: Porcentaje de los resultados obtenidos del análisis del agua.	71
Figura 20: Porcentajes de los límites máximos permitidos.	71
Figura 21: Comparación de los resultados obtenidos Vs los límites permitidos.	71
Figura 22: Comparación de los plásticos tipo 5 lavados Vs los límites máximos permisibles.	74
Figura 23: Comparación de los plásticos no utilizados Vs los plásticos utilizados	74

INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	33
Tabla 2. Concentraciones de los contaminantes criterios que definen los niveles de alerta, alarma, emergencia.....	33
Tabla 3. Listado Nacional de Sustancias Químicas Peligrosas de toxicidad crónica (*).	34
Tabla 4. Contribución de la economía circular a los objetivos del PND.....	41
Tabla 5. Registro mensual de los plásticos entregados al laboratorio de Economía Circular.....	53
Tabla 6: Datos del tanque	55
Tabla 7: Clasificación de los diferentes tipos de plásticos caracterizados.	58
Tabla 8: Compuestos almacenados en los plásticos según el tipo de plástico clasificado.	60
Tabla 9: Resultados obtenidos de la calidad del agua..	67
Tabla 10. Resultados del monitoreo de las emisiones gaseosas de todos los plásticos..	68
Tabla 11. Resultados obtenidos del monitoreo de las emisiones gaseosas del tipo de plástico 5 sin lavar.	68
Tabla 12. Resultados obtenidos de las emisiones gaseosas de todos los plásticos lavados.	69
Tabla 13. Resultados obtenidos del monitoreo de las emisiones gaseosas del tipo 5 lavados.....	69
Tabla 14. Comparación de los resultados obtenidos..	70
Tabla 15. Comparación de los resultados de los plásticos sin lavar.....	73
Tabla 16. Comparación de los resultados de los plásticos lavados.	73

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Introducción.

El principal problema que se tiene a nivel mundial es la degradación del medio ambiente, el cual ha ido creciendo de una manera drástica, con referencia a este aspecto el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, señala que si bien el desarrollo económico ha sacado a millones de personas de la pobreza en todas las regiones del mundo, no es menos cierto que el modelo económico ‘‘crecer primero y limpiar después’’, empleado en ciertas regiones, no ha considerado su efecto en el cambio climático, la contaminación, ni la degradación de los sistemas naturales y daños en los ecosistemas (ONU, 2019).

En la actualidad el Gobierno Ecuatoriano ha determinado normativas como son: El AM061, El Código Orgánico del Ambiente, Reglamento del Código Orgánico del Ambiente, Ley Orgánica de Economía Circular inclusiva, acuerdo ministerial 097A; las cuales regulan el manejo del desecho sólido, en conjunto con las empresas gestoras de los plásticos como es la EMAC EP, la cual está enfocada en el reciclaje inclusivo es decir con la gente. Por otro lado, el avance tecnológico y científico ha permitido encontrar soluciones sostenibles a la reutilización de estos residuos.

De acuerdo a la información brindada por el Programa Nacional de la Gestión Integral de los Desechos Sólidos en el año 2019 se considera que en Ecuador la producción per cápita es de 0.74 kg/hab*día de residuos sólidos, lo que nos indica que se genera 4.8 millones de toneladas al año. De estos residuos generados en promedio se tiene que el 57,3% son residuos orgánicos, 10.2 % corresponde a lo que es papel + cartón, 10.6% son plásticos, 5.1% trata de desechos sanitarios no peligrosos, y 16.8% otros (Ambiente, 2019, pág. 11).

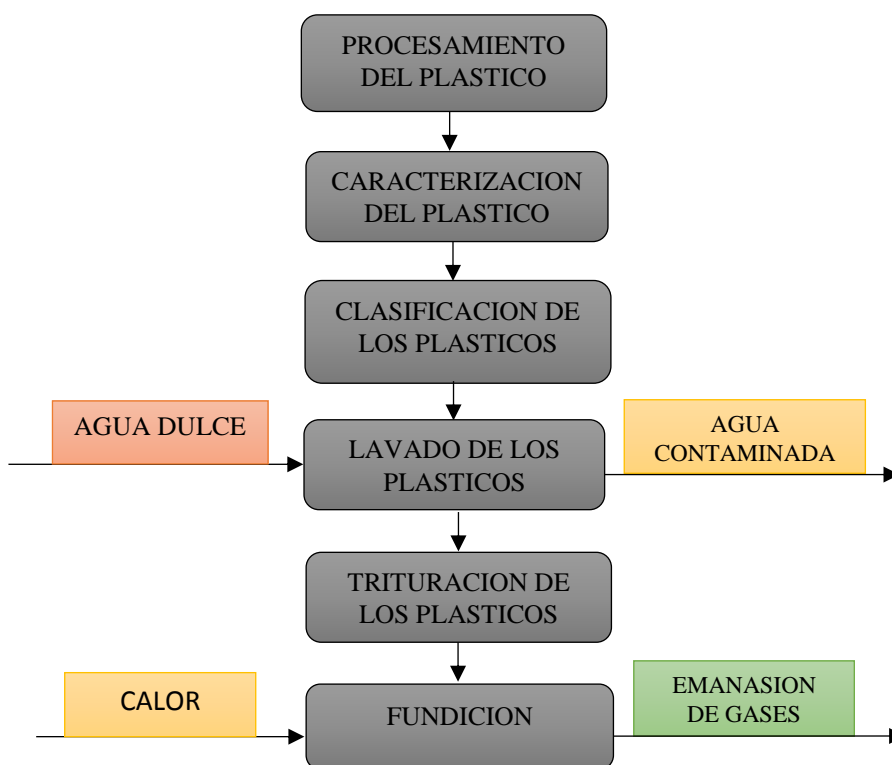
El presente trabajo está enfocado en la reutilización de los plásticos, su caracterización, clasificación, métodos de lavado y limpieza, determinación de las emisiones y descargas del agua generadas al momento de la fabricación de los elementos estructurales para la construcción. Este estudio se lo realiza en el laboratorio de economía circular, el cual está ubicado en el Centro de Investigación, Innovación y Tránsito de Tecnología (CIITT) perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca.

El trabajo de titulación comprende las siguientes etapas:

Inicia en una revisión bibliográfica sobre el plástico reciclado que se genera en el Ecuador, las propiedades y características de los plásticos y las normativas ambientales que hablan acerca de los límites permisibles de las descargas para los efluentes, entre otros de interés para el caso de estudio.

Culminada la etapa de la investigación documental, se procede a la caracterización de los plásticos reciclados que son entregados por la Empresa Pública Municipal de Aseo EMAC - EP a la Universidad Católica de Cuenca; terminada la caracterización se continúa con la clasificación de los tipos de plásticos reciclados, los cuales son lavados, para luego ser triturados para la fundición que se realiza en la máquina extrusora. Una vez triturados los plásticos que ya han sido clasificados y lavados se analiza las emisiones que se generan al momento de la fundición, con el monitoreo de la calidad del aire y el análisis de las muestras tomadas del agua descargada al momento de ser lavados los plásticos clasificados; como se describe en el siguiente diagrama de flujo.

Figura 1: Diagrama de flujo del procesamiento del plástico.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Finalmente, a través de los resultados obtenidos con el monitoreo del aire y las muestras tomadas de las descargas del agua se podrán detallar conclusiones cuantitativas las cuales permitirán determinar si se está cumpliendo los límites máximos permitidos mediante el acuerdo 097 A.

1.2. Formulación del problema.

Uno de los principales problemas que afecta al medio ambiente es el uso inadecuado de los residuos sólidos que son generados por los plásticos utilizados como recipientes (ONU, 2021), el cual establece inconvenientes en el ecosistema y a la salud de los seres humanos, de igual manera al momento de realizar la extrusión de plásticos se genera problemas los cuales pueden darse por fluctuaciones de las temperaturas en el tornillo, la capacidad de fundición es insuficiente, fractura del fundido más conocido como piel de tiburón entre otras; originando emisiones de gases que pueden ocasionar daños en la salud del ser humano y el medio ambiente; es por esta razón, que se realiza el monitoreo de la

calidad del aire el cual permite conocer si los gases emitidos son dañinos para la salud de las personas; de igual manera se toma muestras del agua que se utiliza para lavar y enfriar los plásticos fundidos, la cual debe cumplir con ciertos parámetros para poder ser descargada al alcantarillado.

Esta propuesta de fabricar elementos estructurales con plásticos reciclados nace de la Universidad Católica de Cuenca; con el propósito de reducir los desechos plásticos la misma que mantiene un convenio vigente con la EMAC EP (Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca) quien es la encargada de proporcionar los plásticos reciclados a la Universidad.

A través de la presente investigación se está dando a conocer las posibles soluciones mediante los proyectos integradores que han venido realizando los estudiantes de la Universidad Católica; como la elaboración de tesis. Dentro de estas grandes investigaciones se encuentra; La Fabricación de adoquines drenantes con plástico reciclado, Diseño para mezcla de Hormigón simple de 240 kg/cm² utilizando fibras de material reciclado (botellas de plástico), Fabricación de puente peatonal, Fabricación de la tarabita con material reciclado.

1.3. Delimitación del problema.

Se analiza la calidad del aire que se produce en la maquina extrusora de plástico al momento de la fundición del material y la calidad del agua descargada posterior al lavado del plástico, a fin de evaluar el cumplimiento de los límites máximos permisibles, establecidos por la Legislación Ambiental Nacional para el control de la calidad del aire ambiente en fuentes fijas y de la calidad del agua descargada después del lavado del plástico reciclado, el enfriamiento de las piezas extruidas, cuyos parámetros están establecidos en el Acuerdo Ministerial 097A; la zona de estudio se encuentra ubicada en

el centro de Investigación, Innovación y Tránsito de Tecnología (CIITT) en el laboratorio de economía circular perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca.

1.4. Definición de la zona de estudio.

Administrativos: El área de estudio se encuentra en el laboratorio de economía circular perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca, se encuentra ubicada en la parroquia rural Ricaurte del cantón Cuenca; entre la calle principal Ricaurte – El Guabo vía a Déleg, donde antes era la casa de estancia. En la Figura 2, se observa el mapa de ubicación de la zona de estudio.

Figura 2: Ubicación de la zona de estudio.



FUENTE: ((Maps, s.f.).

1.5. Justificación.

Las resinas plásticas son compuestos químicos que se forman de pequeñas moléculas repetidas las cuales se llaman meros, las mismas que son las encargadas de la producción de los plásticos ya que es un material ligero, económico, resistente y de fácil mantenimiento, en cuanto a sus propiedades posee una gran variedad de aplicaciones a

nivel industrial, comercial y doméstico. “El polietileno uno de los polímeros más sencillos se produce a partir del etileno derivado del petróleo o el gas y según el proceso de fabricación” (Imagia Global, 2022).

Para poder determinar qué tan perjudiciales y tóxicos podrían llegar a ser estos gases se deben tener en cuenta los métodos de medición de concentraciones de los contaminantes, los criterios del aire y los límites de descarga del agua al alcantarillado público; los cuales forman un conjunto de medidas que permitan determinar la calidad del mismo en la zona de estudio. La importancia de esto radica en ejercer acciones que garanticen el cumplimiento sistemático de los métodos de protección para la salud de las personas y del medio ambiente, las mismas que deben ser cumplidas por las autoridades a cargo del proyecto del procesamiento del plástico y la verificación periódica con base a los estándares de calidad definidos en la legislación ambiental. Es necesario que en los parámetros de monitoreo operativo se dé a conocer si están bajo los límites permisibles de la calidad del aire y descargas del agua al alcantarillado público, alcanzando la detección oportuna de la contaminación y afectaciones que pueda repercutir de forma negativa al ecosistema (Delgado, 2015).

En la actualidad las empresas fabricantes de productos de plásticos están empezando a ser reguladas según lo suscrito en el artículo 2 según la reforma del libro VI del texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, de la calidad ambiental la cual habla sobre los principios comprendidos en este libro son de aplicación obligatoria y forman los elementos conceptuales que originan, sustentan, rigen e inspiran todas las decisiones y actividades públicas, privadas, de las personas naturales y jurídicas, pueblos, nacionalidades y comunidades en relación a la gestión sobre la calidad ambiental, así como la responsabilidad por daños ambientales (061, 2015, pág. 2).

Se menciona el convenio que mantiene la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC EP) y la Universidad Católica de Cuenca para promover el reciclaje de plástico en la ciudad de Cuenca; la celebración del presente convenio de cooperación interinstitucional se da el 4 de Julio de 2022, en el cual interviene: La Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca(EMAC EP) representada por el Abogado Juan Fernando Manzano Vélez en calidad de Gerente General Subrogante y representante legal; y la Universidad Católica de Cuenca representada por la Economista Vanessa Bermeo Pazmiño, PhD en calidad de Rectora Subrogante y representante legal.

Para el cumplimiento de las obligaciones derivadas del presente convenio la Universidad Católica de Cuenca tiene como objetivo la realización de proyectos relacionados con el manejo adecuado del plástico implementando conceptos de economía circular.

La Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC EP) adquiere el compromiso con la Universidad Católica de Cuenca y se compromete a:

- Entregar a la Universidad Católica de Cuenca cada mes 1 Tonelada de plástico reciclado tipo polietileno y polipropileno.
- Gestionar la imagen y publicidad del proyecto.
- Instalar la madera plástica entregada por la Universidad Católica de Cuenca en los parques de la ciudad.

A su vez la Universidad Católica de Cuenca adquiere el compromiso con la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC EP) y se compromete a:

- Recibir el material reciclado plástico de las diferentes asociaciones registradas en la EMAC EP.
- Procesar 9 toneladas anuales de plástico de tipo polietileno y polipropileno mediante su sistema basado en extrusión.

- Entregar a la EMAC EP la Madera plástica procesada.
- Prestar asesoría técnica a la EMAC EP en lo referente al proceso de trituración de plástico, elaboración de boques y elaboración de mobiliario.

Mediante el trabajo de investigación se analiza de qué forma la fabricación de los elementos estructurales con plástico reciclado puede ocasionar efectos al medio ambiente, de igual manera se determina mediante la caracterización de los plásticos las sustancias que se almacenan en los envases plásticos.

1.5.1. Como afecta los plásticos al medio ambiente.

Los plásticos en la actualidad constituyen el 6% de las emisiones totales del uso del petróleo; así también los cálculos que se generan para su producción en el año 2050 representan el 20% del petróleo utilizado a nivel mundial, lo que significa que se agravaría la emergencia climática (Stiftung, 2021).

Se debe tener presente que los envases plásticos aún siguen emitiendo gases de efecto invernadero los cuales son: el Metano o etileno, el cual se encuentra en la interperie expuesto a la luz solar, por lo que ya desechados continúan aumentando la temperatura del planeta; el metano utilizado en las bolsas se considera como uno de los gases más contaminantes que resulta de utilizar los productos llamados commodities, los cuales también afectan las pinturas orgánicas generalmente las que tienen carbonato (Royer S, 2018).

El dióxido de azufre es uno de los más importantes contaminantes del aire, ya que la mayoría se emite como H₂S que en el aire se oxida a SO₂ y eventualmente a ácido sulfúrico (Bustamante, 2018).

1.6. Objetivos.

1.6.1. General.

Investigar durante la fabricación de materiales estructurales para la construcción a base de plástico reciclado en el laboratorio de economía circular, como afectan las descargas líquidas y gaseosas que se producen.

1.6.2. Específicos.

- Determinar la calidad y cantidad de plástico reciclado que llega al laboratorio de economía circular.
- Clasificar los tipos de plásticos según su uso.
- Determinar como el lavado de los plásticos clasificados pueden afectar al medio ambiente.
- Analizar los límites de descarga del agua para su disposición al alcantarillado.
- Fabricar componentes estructurales en la máquina de extrusión.
- Monitorear la calidad del aire durante la producción de los elementos estructurales de plástico reciclado de acuerdo al tipo que se utiliza.
- Medir las concentraciones de contaminantes según el criterio del aire.

1.7. Metodología.

El presente estudio trata de evaluar los contaminantes que se producen al momento de realizar la fundición del plástico ya clasificado y la fabricación de los elementos estructurales como material de construcción; así también, como las alternativas que ayuden a disminuir la contaminación del medio ambiente, ecosistemas, y la salud de los seres humanos.

Para ello, se inicia con un análisis bibliográfico e investigativo, con base a artículos científicos, tesis, revistas y proyectos integradores; que tengan relación con la reutilización de los plásticos reciclados en la fabricación de elementos estructurales y de

las emisiones de los gases, así como la contaminación del agua, el cual permita generar un fundamento teórico para la intervención en el ámbito innovador; de las referencias bibliográficas se puede tomar en cuenta conceptos bases de la investigación previa, en donde se hable sobre la reutilización de los plásticos; se tiene en consideración los factores en la parte, social, económica y ambiental. Este método de análisis bibliográfico se realizará con base a procesos y a técnicas de investigación documental, es decir, recopilar la información ya existente sobre el tema, como el proceso de fundición de los plásticos, donde se obtenga una idea del estado actual del contenido o del problema tratado.

Una vez obtenida la información, se realiza visitas de campo, en donde se efectúa el levantamiento de la información necesaria y se identificara cuáles son los parámetros que van a ser analizados para la calidad del aire y de la misma manera se procede a determinar los parámetros que se analizaran para la calidad el agua; así también se realiza la clasificación y el lavado del material seleccionado para luego proceder a la trituración y fundición del plástico; y posterior a esto con la elaboración de los elementos estructurales.

Finalmente, se compara los resultados obtenidos de la toma de muestra del agua para su respectivo análisis y estudio, con la normativa vigente de la calidad del agua. También se realiza el monitoreo para la calidad del aire y se compara los parámetros determinados con el acuerdo ambiental. Posteriormente a esto se dar las posibles soluciones y recomendaciones adecuadas, para disminuir la contaminación ambiental, generar medidas de mitigación y salvaguardar la salud de las personas que trabajan de manera directa e indirectamente en el proyecto del procesado del plástico en el laboratorio de economía circular en el CIITT.

1.8. Hipótesis.

Las emisiones de gases y la calidad del agua que se descarga al sistema de alcantarillado durante la construcción de los elementos estructurales, se encuentran fuera la norma ambiental producto de las actividades de lavado, trituración, y fundición de los diferentes tipos de plásticos que llegan al laboratorio de economía circular, los cuales tuvieron contacto con distintos componentes como: aceites, grasas, cloruros, alcohol y sustancias químicas.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Normativa Ambiental y Gestión de Desechos.

Las normas ambientales tienen la finalidad de controlar y preservar la calidad ambiental en el transcurso de un proyecto en todas sus etapas, como construcción, operación, cierre y mantenimiento. A través de disposiciones reguladas por el ente encargado se adoptan e imponen medidas de prevención, precaución, reducción y mitigación que contribuyen al cuidado y mantenimiento del medio ambiente, reducción de contaminación, así como el manejo adecuado de los recursos naturales, en las diferentes acciones realizadas por el ser humano (Galarza & Santana, 2016).

De acuerdo al Art 51 según las normas técnicas nacionales para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales; La Autoridad Ambiental, de acuerdo al ámbito de sus competencias, instituirá las normas y parámetros técnicos para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales, que van desde la generación, hasta la disposición final, para de esta manera mantener los estándares que nos permitan la preservación del ambiente, la gestión adecuada de la actividad, el control y sanción de ser del caso (061, 2015, pág. 16).

2.2. Plásticos.

“El plástico es un polímero simple el cual está conformado por pequeñas moléculas de monómeros unidas en una formación repetitiva, es resistente a la corrosión, peso ligero, alta flexibilidad y durabilidad” (Buteler, 2019). “Los tipos de plásticos más usuales son los siguientes: tereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS)” (Infinita Industrial, 2021).

El aumento del consumo del plástico se estima que crece un 4% anualmente cuyo uso se ha extendido en la fabricación de los componentes en las industrias de automoción,

vivienda, vestido y todo tipo de bienes de consumo (Arandez, 20017). Desde su comercialización en el siglo pasado hasta la actualidad se origina 7.8 billones de toneladas del plástico, es decir que actualmente existe una tonelada de plástico por persona en el mundo (Buteler, 2019).

Para la formación de los plásticos la materia prima más importante es el petróleo y el gas natural, los cuales están desarrollados de los compuestos de carbono, llamados hidrocarburos, ya que en las industrias petroquímicas es donde convierten esas materias primas en sustancias como el etileno, el propileno, el butileno y otros hidrocarburos ligeros que servirán de base para la obtención de los plásticos (Espinoza, 2015).

2.2.1. Propiedades de los Plásticos.

“Generalizar sobre las propiedades de los plásticos es difícil debido a la gran variedad que tienen, es decir que las propiedades de unos y de otros plásticos son diferentes los más relevantes son” (Martinez, 2010).

- Fáciles de fabricar y de dar forma.
- Mala conductividad eléctrica, estos pueden ser utilizados como aislantes eléctricos.
- Propiedades mecánicas excelentes.
- Baja conductividad térmica, lo que significa que son malos conductores del calor y del frío.
- Resistentes a los agentes atmosféricos y corrosivos.
- Buena resistencia a los productos ácidos, disolventes y corrosivos.

2.2.2. Clasificación de los Plásticos.

“Los plásticos están caracterizados según un código de identificación de los mismos a través de un sistema el cual se utiliza en el sector industrial para

diferenciar la composición de envases y otros productos plásticos” (Zambrano, 2017) . Se tiene la existencia de 2 tipos de plásticos los cuales son:

2.2.2.1. Termoplásticos: Son aquellos que se pueden deformar o volverse flexibles a altas temperaturas, tiene la facilidad de ablandarse en el calor y recuperan su dureza al ser enfriados, pueden moldearse varias veces sin perder sus propiedades, la máxima temperatura a la que pueden ser sometidos es de 150°C; entre los termoplásticos tenemos: Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Policarbonato (PC), Cloruro de Polivinilo (PVC), entre otros (Espinoza, 2015).

2.2.2.1.1. Celulósicos: “Son aquellos que se obtienen a partir de la celulosa vegetal como por ejemplo el acetato de celulosa con este se elaboran pequeñas laminas transparentes” (Espinoza, 2015).

2.2.2.1.2. Derivados del Petróleo: “Como el Polietileno (PE), de alta densidad (PEAD o HDPE) el cual se usa en envases, garrafas y botellas, y el de baja densidad (PEBD o LDPE), el cual se emplea en bolsas” (Espinoza, 2015).

2.2.2.1.3. Cloruro de Polivinilo (PVC): Este tipo de plásticos se emplean en tuberías, canalones, conducciones eléctricas, ventiladores de jardín y en cortinas de baño (Espinoza, 2015).

2.2.2.1.4. Metacrilato (PMMA): “Se emplea en lo que es ventanas de aviones, barcos, tragaluces y en los pilotos de los automóviles” (Espinoza, 2015).

2.2.2.2. Termofijos: “Son aquellos plásticos que unas veces moldeadas no pueden ya modificar su forma lo cual impide un nuevo procesamiento” (Polimeros Te, 2017).

2.2.3. *Procesamiento de los Plásticos.*

Moldeo por Inyección. “Este proceso radica en inyectar el polímero ya fundido en un molde frío en el cual el plástico se enfría y se solidifica” (Espinoza, 2015).

Moldeo por Extrusión: Se funde el polímero que está ya depositado en la tolva, el procesamiento se realiza a través de un tornillo helicoidal el cual ejerce presión y arrastre del material generada por la camisa calefactora que determina el flujo continuo del material (Espinoza, 2015).

2.2.4. *Plásticos no Reutilizables.*

Los materiales de plástico se han convertido en materiales generalizados y constituyen un grave peligro para la vida de los seres vivos de la tierra; los plásticos no reutilizables o conocidos como plásticos de un solo uso, son aquellos que se utilizan una sola vez y no se pueden volver a utilizar, de este tipo de plásticos tenemos: Sorbetes, envases de polietileno, fundas comerciales, mercados y supermercados; botellas plásticas para bebidas, envoltorios de comida, entre otras (Mora, 2018).

2.3. Legislación Ambiental.

La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible ha diseñado objetivos con metas de carácter integrado e indivisible en donde se incluyen las esferas económicas, social y ambiental, razón por la cual se considera el Objetivo 6 “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”, estableciendo para el año 2030 la meta de “mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial” (Cepal , 2016). México es el primer país que ha obtenido que

el Gobierno de la Republica instale el Consejo Nacional de la Agenda 2030 como espacio participativo el cual tendrá que dar seguimiento (ONU, 2019).

2.3.1. Art. 226. Principio de Jerarquización.

“La misión de los residuos y desechos deben cumplir con la siguiente jerarquización: 1. Prevención, 2. Minimización de la generación en la fuente. 3. Aprovechamiento o valorización; 4. Eliminación. 5. Disposición final” (Codigo Organico del Ambiente, 2017).

2.3.2. Art. 586. Fases de la Gestión Integral.

Las fases de la gestión integral de los residuos y de los desechos sólidos no peligrosos forma el conjunto de las actividades técnicas y operativas de la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos que incluye: a) Separación en la fuente, b) Almacenamiento temporal, c) Barrido y limpieza, d) Recolección, e) Transporte, f) Acopio y/o transferencia, g) Aprovechamiento, h) Tratamiento, i) Disposición final (Codigo Organico del Ambiente, 2017).

Se prohíbe la disposición final de desechos sólidos no peligrosos sin la autorización administrativa ambiental correspondiente, de la misma manera, se prohíbe la disposición final en áreas naturales que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (RCOA, 2019).

2.3.3. Art. 51. Normas técnicas nacionales para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales.

La Autoridad Ambiental Nacional, en el ámbito de sus competencias, establecerá las normas y parámetros técnicos para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales, desde la generación, hasta la disposición final, para mantener los estándares que permitan la preservación del ambiente, la gestión adecuada de la actividad, el control y sanción de ser el caso (061, 2015, pág. 16).

2.3.4. Art.57.Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.

Se garantizará el manejo integral de residuos y desechos sólidos generados en el área de su competencia, ya sea por administración o mediante contratos con empresas públicas o privadas; promoviendo la minimización de los residuos o desechos sólidos, así como la separación en la fuente, barrido, recolección, transporte, y almacenamiento temporal para fomentar su aprovechamiento, dar adecuado tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente a un ciclo de vida productivo (061, 2015, pág. 18).

2.3.5. Art. 578. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos.

El Plan Nacional es el instrumento de la política pública a través del cual se generan estrategias, planes, programas y proyectos para la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos (RCOA, 2019).

2.3.6. Acuerdo Ministerial 097A.

Esta norma tiene como objetivo el resguardar la calidad del recurso agua para salvaguardar la integridad de las personas, los ecosistemas así como del medio ambiente; las medidas de monitoreo de las descargas a cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado de actividades industriales o productivas, de servicios públicas o privadas, preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas en general (097A, 2015, pág. 8).

Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sustancias solubles al hexano	mg/l	70
Fosforo total	P	mg/l	15
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso	Mn	mg/l	10
Nitrógeno total Kje dahl	NKT	mg/l	60
Sulfatos	SO4	mg/l	400
Ph	PH		6-9
Cloruros	Cl -	mg/l	250

Fuente: (Acuerdo Ministerial 097 A, 2015).

Tabla 2. Concentraciones de los contaminantes criterios que definen los niveles de alerta, alarma, emergencia.

CONTAMINANTE	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	UNIDADES (mg/Nm3)
Material Particulado PM 10	250	400	500	mg/Nm3
Material Particulado PM 2.5	150	250	350	mg/Nm3
Ácido Sulhídrico	200	1000	1800	mg/Nm3
Monóxido de Carbono	15000	30000	40000	mg/Nm3
Ozono	200	400	600	mg/Nm3

Fuente: (Acuerdo Ministerial 097 A, 2015).

2.3.7. Acuerdo Ministerial 142.

El Acuerdo ministerial 142 está relacionado con la gestión de los desechos peligrosos de material radiactivo como aceites usados de los combustibles; en este acuerdo encontraremos los listados de las sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales como se indica a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 3. Listado Nacional de Sustancias Químicas Peligrosas de toxicidad crónica (*).

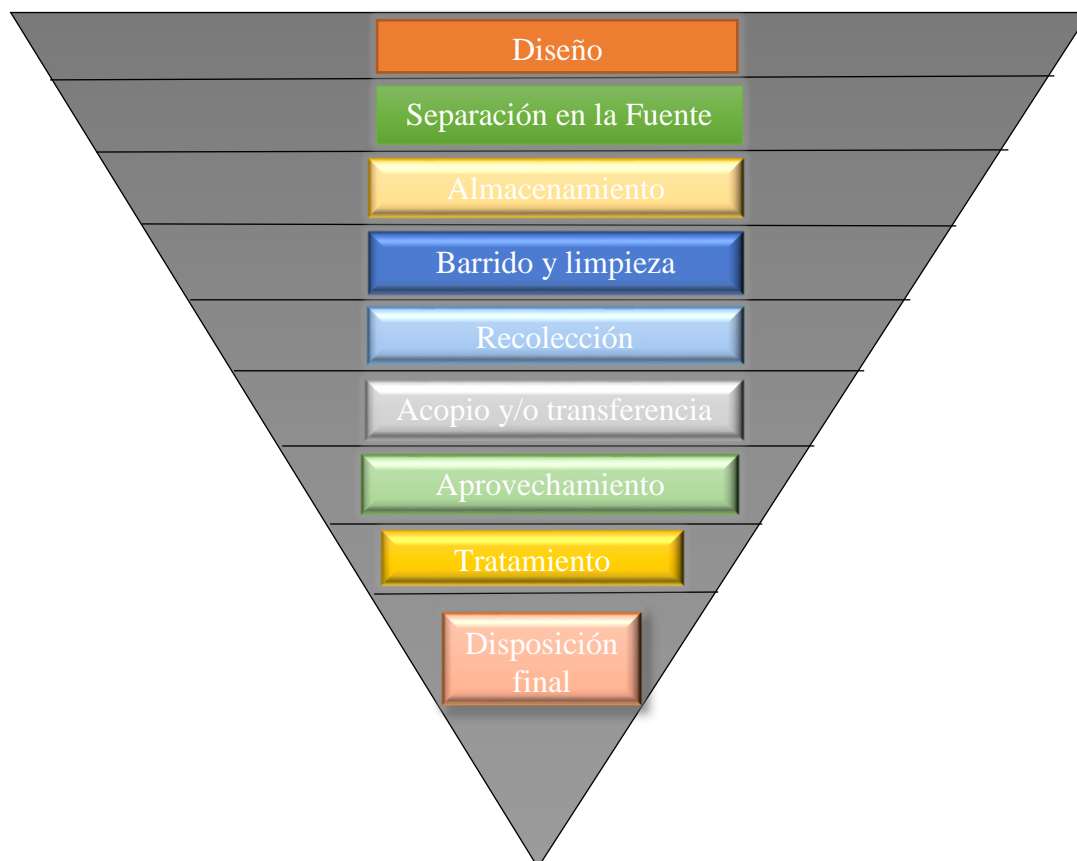
U38	510-15-6	Ácido bencenacetico, 4 cloro- alfa- (4- clorofe- nil).
U238	51-79-6	Ácido carbamico, etil éster.
U156	2303-16-4	Ácido carbono clorhídrico, éster (I,T).
U020	79-22-1	Ácido clorhídrico benzensulfónico (C,R).
U145	64-18-6	Ácido fosfórico, plomo (2+) sal (2:3).
U103	7446-27-7	Ácido sulfúrico, dimetil éster.
U147	85-44-9	Anilina (I,T).
U012	115-02-6	Benceno (I,T).
U021	492-80-8	Benzo (a) antraceno.
U018	56-55-3	Benzo (a) pireno.
T025	42-02-1	Materiales contaminados con hidrocarburos u otras sustancias peligrosas.

Fuente: (Acuerdo Ministerial 142, 2015).

2.4. Jerarquización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Luego de haber revisado los artículos tomados del Reglamento del Código del Ambiente; los cuales consta en la Legislación ambiental, se debe tener en cuenta las fases para la jerarquización integral o también conocido como triángulo invertido, el cual hace referencia a los pasos recomendados para la gestión de los residuos sólidos, a través de una respuesta íntegra en donde se implica acciones conjuntas y motiva a cualquier tipo de generador a realizar un cambio para la sociedad y el medio ambiente; el motivo de su posición busca sensibilizar la necesidad de que el volumen de residuos generados sea el mínimo al momento de su disposición (Daniel Ocampo, 2013). A continuación se indica la pirámide invertida.

Figura 3: Piramide Invertida



Fuente: (Cegesti, 2013).

2.5. Triángulo de Mobius.

El código de identificación de los plásticos o más conocido como triángulo de Mobius SPI (siglas de Society of Plastics Industry), en el año de 1858 fue descubierto en por el astrónomo y matemático alemán August Ferdinand Mobius; consiste de 7 números que se encuentran en los diferentes tipos de plásticos y que nos ayudan a conocer su nivel de toxicidad (Spg pack, 2022).

El triángulo de Mobius se divide según el grado de toxicidad que tenga el plástico, se ha clasificado de acuerdo a la numeración del 1 al 7; siendo el numero 1 el menos toxico y el numero 7 indica que estos plásticos se deben usar con precaución al momento de ser reciclado, los números 2,4,5 nos indican que el plástico reciclado contiene material seguro para ser reciclado, por lo tanto, los números faltantes 3 y 6 nos indican que el plástico es de tipo dañino para la salud del ser humano.

Figura 4: Clasificación del sistema de identificación americano de los plásticos.



Fuente: (Spg pack, 2022).

2.5.1. Identificación Americana de los Plásticos.

2.5.1.1. PET o PETE (Polietileno Tereftalato): “Típico de envases de alimentos y bebidas porque es ligero y resistente. Una vez reciclado, se puede utilizar en fibras textiles y piezas de automóvil” (Global.IE, 2021).

2.5.1.2. HDPE (Polietileno de Alta Densidad): Se utiliza en envases relacionados con la higiene, la limpieza del hogar o los químicos industriales como las botellas de champú, cloro, suavitel entre otros, cuando se los reciclase puede obtener tubos o muebles de jardín (Global.IE, 2021).

2.5.1.3. V o PVC (Vinílicos o Cloruro de Polivinilo): “También es muy resistente, por lo que forma parte de mangueras, equipamientos médicos, ventanas, materiales para construcción, entre otros; una vez reciclado, puede incorporarse a paneles, tarimas, canalones de carretera, tapetes” (Global.IE, 2021).

2.5.1.4. LDPE (Polietileno de Baja Densidad): Fuerte, flexible y transparente. Se puede observar en todo tipo de bolsas de alimentos, y tras

su reciclado sirve para originar contenedores y papeleras, sobres o baldosas (Global.IE, 2021).

2.5.1.5. PP (Polipropileno): Su punto de fusión alto nos permite obtener envases idóneos de contener líquidos y alimentos calientes. Se pueden utilizar en la elaboración de envases médicos, yogures, sorbetes, tapas, escobas, cepillos, bastidores de bicicleta, rastrillos, cubos, paletas (Global.IE, 2021).

2.5.1.6. PS (Poliestireno): Los platos y vasos desechables, bandejas desechables para alimentos, moldes de embalaje, sistemas de aislamiento térmico. Su bajo punto de fusión hace posible que pueda derretirse en contacto con el calor, tras su reciclaje se pueden obtener diversos productos, como material para edificación, aislantes etc. (Global.IE, 2021).

2.5.1.7. Otros: Se incluyen una gran variedad de plásticos; materiales hechos a prueba de balas, DVD, gafas de sol, MP3 y Pc etc. (Global.IE, 2021).

2.6. Reciclaje Inclusivo.

“Es el proceso mediante el cual, previa separación y clasificación selectiva de los residuos o sus componentes, son aprovechados como materia prima en la fabricación de nuevos productos” (Ley Organica de Economía Circular Inclusiva, 2021).

La Autoridad Ambiental y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de acuerdo a su competencia, promoverán la asociación, fortalecimiento y capacitación de los recicladores a nivel nacional y local, y su participación se enmarca en la gestión integral de residuos como una estrategia para el desarrollo social, técnico y económico (Codigo Organico del Ambiente, 2017).

El Ministerio del Ambiente y Transición Ecológica (MAATE), se ha visto en la necesidad de crear políticas que nos permitan definir los lineamientos nacionales para la Gestión Integral de Residuos Sólidos y ha establecido metas para el 2019 que se enfocan en la prevención, reducción, recuperación y aprovechamiento de residuos en cada etapa de la cadena de valor y una adecuada disposición final de los desechos; fomentando el reciclaje y otras formas de valorización de los residuos (Gestión Integral de Desechos Sólidos , 2017, pág. 25).

Según los datos proporcionados por el INEC en el 2018, Ecuador genera alrededor de 12.739.01 toneladas de basura al día; lo cual representa el 11.43% de plástico, generando una cantidad de 531.461 toneladas de basura al año. En los últimos años Ecuador ha aumentado el uso de plástico de una manera considerable debido a los numerosos beneficios que se obtiene de los plásticos a diferencia de otros materiales como son: el papel, el vidrio, cartón en otros.

En nuestro país la situación no es muy lejana con relación a lo que pasa con otros sectores del mundo ya que los indicadores son los siguientes:

Quito: En el 2008 la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO) produce alrededor de 1800 toneladas diarias de desechos, los residuos sólidos orgánicos equivalen al 6% del total de los residuos sólidos urbanos que se generan en el distrito, siendo la producción per cápita 0.84 kg/hab/día (Alvaro & Olives, 2016, pág. 13).

“Actualmente el Distrito Metropolitano de Quito no ha realizado proyectos de investigación que ayuden a determinar la generación real y el potencial orgánico recuperable de los residuos” (Alvaro & Olives, 2016).

Guayaquil: El consorcio Puerto Limpio acumula alrededor de 4.000 toneladas de basura diarias en la ciudad de Guayaquil siendo la que mayor desecho plástico produce,

de este total el 14% es aprovechable lo que significa que existen materiales que aún se pueden reutilizar o reciclar (Primicias, Sociedad, 2023).

Cuenca: Se recolectan 380 toneladas por día con una cobertura del 94% en el área urbana, se estima que la generación total de basura es de 0,603 Kg/hab./día, depositados en el relleno sanitario de Pichancay, el material reciclado es de 10 toneladas semanales, lo que representa apenas el 0.45% de la generación total de desechos (Mercurio, 2023).

2.7. Economía Circular.

“La economía circular es un modelo que plantea la regeneración, y la restauración de los ecosistemas a través de un cambio estratégico de producción que nos permita evitar la generación de los residuos desde el diseño” (Ley Organica de Economía Circular Inclusiva, 2021).

2.7.1. Objetivos de la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva.

Son objetivos de esta ley los siguientes:

Establecer los mecanismos de transición de una economía lineal a una economía circular inclusiva, definiendo sus etapas, institucionalidad, responsabilidades de los actores de la producción, de los consumidores, los sistemas de gestión inclusiva y las políticas públicas y de financiamiento” (Ley Organica de Economía Circular Inclusiva, 2021).

“Definir los principios que orienten a las políticas, financiamiento, programas y proyectos en materia de gestión integral de residuos y desechos sólidos de productos prioritarios sujetos de aprovechamiento, valorización, clasificación y reciclaje” (Ley Organica de Economía Circular Inclusiva, 2021).

“Fomentar la investigación, el desarrollo económico, la generación de empleo y la innovación en los ámbitos de la economía circular inclusiva, propiciando la participación comprometida y corresponsable del sector público, privado, del sector de la

economía popular y solidaria y la ciudadanía” (Ley Organica de Economía Circular Inclusiva, 2021).

2.7.2. Mecanismos de Apoyo Asociados a la Economía Circular Inclusiva.

Los mecanismos inscritos para la economía circular son los siguientes:

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de acuerdo a la función de sus propias competencias, planificación, requerimientos técnicos, reunieran a sus ordenanzas los permisos de construcción así como la normativa técnica nacional para que todo proyecto urbanístico, planes de vivienda, centros comerciales, espacios públicos de concentración y otros cuenten necesariamente con los terminales de almacenamiento específico para la recolección de los desechos separados en la fuente (Ley Organica de Economía Circular Inclusiva, 2021, pág. 21).

“El ente rector de la política ambiental establecerá normativa nacional para generar incentivos de responsabilidad e inclusión social referenciados al cumplimiento de metas” (Ley Organica de Economía Circular Inclusiva, 2021).

“El ente rector de Ambiente y Agua implementara programas de incentivos y sellos que tengan que ver con la parte ambiental y el control de residuos, de manera conjunta con los Gobiernos Autónomos Descentralizados” (Ley Organica de Economía Circular Inclusiva, 2021).

2.7.3. Libro blanco de la Economía Circular.

En nuestro país ya existen algunas herramientas de organización en el que cada Gobierno Autónomo Descentralizado desde lo parroquial hasta el provincial inician con su Plan Nacional y estos a su vez con los ODS, los cuales cuentan con normativas trascendentales para la economía circular, que parten de lo territorial, ambiental y económico – productivo; el plan nacional de desarrollo (PND), es la herramienta por

medio de la cual se instituye la organización y asignación del presupuesto público (Libro Blanco de Economía Circular, 2021).

Tabla 4. Contribución de la economía circular a los objetivos del PND.

OBJETIVOS	CONTRIBUCION DE LA ECONOMIA CIRCULAR
Objetivo 1: Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas.	Acceso al agua segura.
Objetivo 2: Afirmar la interculturalidad y plurinacionalidad, revalorizando las identidades diversas.	Huella ecológica y biocapacidad. Residuos sólidos reciclados. Residuos sólidos no peligrosos.
Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.	Aguas residuales con tratamiento adecuado. Conservación o manejo ambiental. Vulnerabilidad frente al cambio climático.
Objetivo 4: Consolidar la sostenibilidad social.	Participación de la economía popular.
Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de la manera redistributiva y solidaria.	Desarrollo de tecnologías de la información y comunicación. Generación eléctrica a través de fuentes de energías renovables.
Objetivo 6: Desarrollar la capacidad productiva y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural.	Agua segura y saneamiento adecuado para las zonas rurales
Objetivo 7: Incentivar una sociedad participativa, con un estado cercano al servicio de la ciudadanía.	Gobierno eléctrico.

Fuente: (Libro blanco de Economía Circular, 2021).

2.8. Elementos estructurales.

Como se ha venido haciendo hincapié que la fabricación de los elementos estructurales con plásticos reciclados es un proyecto de la Universidad Católica de Cuenca en la que los estudiantes de los ciclos anteriores han realizados proyectos como se detalla a continuación: fabricación de los adoquines con plástico reciclado, fabricación del puente peatonal con plástico reciclado.

El PEHD y PP son polímeros simples y por ende comunes. Con el plástico de tipo 2 (PEAD), se elaboran envases con buenas propiedades de barrera, rigidez y resistencia, ejemplo de estos productos, son envases de detergentes, productos químicos, lejía, shampoo, cloro, lácteos, etc. De igual manera, el plástico tipo 5 (PP) posee características similares como la alta resistencia química y rigidez,

encontrándose en gran parte en piezas moldeadas para automóviles, así como en tuberías, tapas de botellas, botellas de medicamentos, contenedores lácteos, etc (Nrmca, 2017).

Identifican “al plástico tipo 2 como óptimo para diseñar elementos estructurales ya que no solo presenta una buena resistencia, sino además una gran ductilidad. El plástico tipo 5 explota una vez llega a su carga máxima” (Pablo Ramos, 2023).

El plástico tipo 2 es 12.37 % más resistente a compresión que el tipo 5, sin embargo, es un 17% menos rígido. De los resultados obtenidos del ensayo a flexión se obtuvo de forma indirecta la resistencia a tracción de los dos tipos de plástico, dando como resultado que el plástico 5 es un 3% más resistente a tracción que el tipo 2 (Pablo Ramos, 2023).

El plástico tipo 2 es 75.2% menos resistente a cortante que el plástico tipo 5 y también menos rígido a corte, sin embargo, la buena resistencia del plástico tipo 5 se ve opacada por su comportamiento explosivo, lo cual no brinda seguridad al momento de emplearse en cualquier elemento estructural (Pablo Ramos, 2023).

2.9. Beneficios del Uso del Plástico en Adoquines Filtrantes.

Se presenta varios beneficios del uso del plástico en bloques filtrantes estos tienen una mejor forma, textura, medidas y peso presentando excelentes condiciones, debido a su aspecto, presentación, y forma, es considerado mucho más liviano que los bloques normales (Miller, 2018).

Los bloques prefabricados con plásticos reciclados aptos para su inmediato uso disponen de las siguientes características.

Peso específico: En cuanto a su peso los bloques y las placas fabricadas con los plásticos reciclados son más livianas debido al bajo peso específico que presentan.

Resistencia a la compresión: “Los bloques con plásticos reciclados tienen una resistencia menor a la de otros elementos constructivos como los bloques de cemento, ladrillo, entre otros, pero suficiente para ser utilizados sin temor al fallo del elemento” (Miller, 2018).

2.10. Tratamiento del Plástico Reciclado para Usarlo en la Construcción de Adoquines.

Antes de ser utilizado el plástico reciclado en la fabricación de los bloques de adoquín; es necesario que los mismos tengan un adecuado procedimiento para obtener mayor resistencia, durabilidad y disminución de la contaminación ambiental; a continuación, se describe las técnicas necesarias para el tratamiento de los plásticos.

- a) Remoción de impurezas en la materia prima, como basura, tierra u otro material ajeno al plástico.
- b) Reducción de tamaño de las autopartes para el proceso de triturado.
- c) Una vez triturado el material, y verificado que cumpla con las dimensiones necesarios, se lo coloca en la maquina extrusora.
- d) Finalmente, se lo coloca directamente en el molde.

2.11. Fabricación de los Adoquines.

El proceso de elaboración de los adoquines comprende de los siguientes pasos:

2.11.1. Dosificado.

Es el primer paso para la fabricación de adoquines y consiste en clasificar los materiales disponibles en la localidad, como es el plástico polipropileno, el polietileno de alta densidad ya que tiene una alta resistencia. Las cantidades utilizadas para la elaboración de los adoquines tienen que ser seleccionadas, ya que, al utilizar los

materiales, se puede obtener un adoquín de forma más económica y que garantice que al final cumpla con las propiedades adecuadas (Miller, 2018).

2.11.2. Mezclado.

Se agrega el material plástico triturado en la máquina extrusora, la misma que será expulsado en el molde a una Temperatura de trabajo ± 130 a 170 °C, máxima 200 °C (Miller, 2018).

2.11.3. Curado.

Luego de este proceso se debe colocar en un tanque de reservorio de agua para su enfriamiento por un lapso de 15 a 10 minutos. Una vez sumergido obtendrá una mayor resistencia a la compresibilidad y al desgaste. Lo que permitirá tener un adoquín con mayor resistencia (Miller, 2018).

2.11.4. Secado.

Luego que los adoquines han pasado por el desmoldamiento deben ser ubicados en un lugar fresco y seguro para su respectivo enfriamiento. El tiempo adecuado para el secado, debe ser entre 4 a 8 horas, debido a que se encuentra en temperaturas altas (Miller, 2018).

2.11.5. Almacenamiento y Transporte.

El producto debe almacenarse en un lugar aseado y plano, cubierto para proteger del ambiente y secarse lentamente (Miller, 2018).

2.12. Calidad del Aire.

Es la presencia de contaminante en la atmosfera de mayor o menor medida la cual puede ser perjudicial para la salud del ser humano y el medio ambiente. Los índices de la calidad del aire (ICA) se pueden expresar de acuerdo a categorías o partir de los valores de los límites permisibles de concentraciones establecidas en la norma a nivel del suelo

en el aire ambiente cuyos parámetros se clasifican de la siguiente manera: (097A, 2015, pág. 53).

Normas generales de las concentraciones de los contaminantes criterios en el aire ambiente.

Técnicas de alerta, alarma y emergencia para la calidad del aire, 2. Sistemáticas de medición para las concentraciones de los contaminantes criterio del aire ambiente, 3. Medidas generales para concentraciones de contaminantes no convencionales en el aire ambiente (097A, 2015, pág. 54).

2.12.1. Valores Máximos Permisibles de Concentraciones de Emisión.

- “La Autoridad Ambiental Nacional establecerá la frecuencia de revisión de los valores descritos en la presente norma de calidad de aire ambiente” (097A, 2015).
- “La Autoridad Ambiental de Aplicación responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental utilizará los valores de concentraciones máximas de contaminantes del aire ambiente aquí definidos, para fines de elaborar su respectiva ordenanza o norma sectorial” (097A, 2015).

2.13. Calidad del Agua.

La calidad del agua depende de las características naturales de las cuencas hidrográficas, como también de las afecciones antrópicas que se originan en las cuencas; es un determinante de la salud de los ecosistemas acuáticos y de las actividades humanas que se desarrollan en el territorio (Mancuerna, 2018).

La acción principal para el control de la calidad del agua es realizar evaluaciones sistemáticas de los parámetros fundamentales que debe poseer el agua para ser descargada a la alcantarilla. Esta revisión puede incluir la necesidad de adaptar una política y objetivos de la calidad en respuesta a los resultados obtenidos (Mancuerna, 2018).

“Los laboratorios que realicen los análisis de muestras de agua de efluentes o cuerpos receptores deberán estar acreditados por el SAE” (Acuerdo Ministerial 097A, 2015).

2.14. Productos que se Almacenan en los Envases.

Los plásticos están conformados por una serie de compuestos, los mismos que se adhieren a las paredes de los envases reciclados, A continuación, se explicará cada uno de ellos.

2.14.1. Sulfatos.

El sulfato es una sal ya sea mineral u orgánica, que compone el ácido sulfúrico; estos compuestos abundan en la naturaleza y su presencia en el agua varía (Jhon Diego Bolaños, 2017).

Los niveles de sulfato en el agua superficial están correlacionan con las emisiones de dióxido de azufre las cuales son causadas por la actividad humana, son derivadas principalmente de los motores que se usan como combustible de diésel (Jhon Diego Bolaños, 2017, pág. 3) .

El sulfato es un indicador de la contaminación atmosférica, la aparición de este compuesto en las aguas lluvia es debido a la presencia de un alto flujo de contaminantes los cuales son causados por las fábricas industriales quienes emiten grandes cantidades del gas SO₂ (Columbia, 2018).

“Los sulfatos son descargados en el medio ambiente acuático desde residuos de industrias que usan sulfatos y ácido sulfúrico, tales como la minería y fundiciones, molienda de papeles, textiles y curtiembre” (Columbia, 2018).

2.14.2. Cloruro de Potasio.

“Es un cristal incoloro y transparente o un polvo blanco, el cual se emplea como agente oxidante, explosivos, cerillas, la impresión de textiles, desinfectantes y lejías” (Departamento de salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey, 2016).

2.14.3. Sulfato de Sodio.

Son aquellas sustancias incolora, cristalina, con buena disolución en el agua y mala disolución en la gran mayoría de los disolventes orgánicos excepto la glicerina muy utilizado en la industria cosmética, farmacéutica, agrícola de pesticidas, de recuperación de petróleo, celulosa o papel y en la fabricación de productos de uso doméstico y tecnológico (Gonzalez, 2011), los compuestos de sulfato de sodio se han utilizado como productos de limpieza debido al cambio del uso de detergentes domésticos en polvo a líquidos sintético; ya que la concentración del sulfato de sodio varía entre el 3 al 20% en los productos de limpieza y el cuidado personal, como son los detergentes para ropa, lavavajillas, champú, acondicionadores y jabón líquido, entre otros. Se ha estimado que el sulfato de sodio representa aproximadamente el 60% de la producción mundial de surfactantes (Caracciolo, 2018).

2.14.4. Alcohol.

Se emplea como alcohol antiséptico el cual tiene una concentración del 70% p/v a 100% de pureza es poco efectivo, también se lo usa en la desinfección de la piel antes de las inyecciones cutáneas, en extracciones sanguíneas y en la desinfección de jeringas y termómetros clínicos, para limpiar y desinfectar heridas está desaconsejado el uso del alcohol, ya que puede irritar las zonas lesionadas, es preferible el uso de agua oxigenada, tiene un poder desinfectante, además es menos volátil y menos corrosivo sobre los objetos metálicos (Bosquet, 2019).

El alcohol no es considerado como una sustancia peligrosa en la salud de los seres humanos, pues no muestra peligro bajo las condiciones normales de higiene industrial, La exhibición larga de la sustancia en algunas ocasiones provoca irritación de las vías respiratorias, dolor de cabeza, vértigo, náuseas y somnolencia, es un compuesto altamente inflamable (MangadoE., 2012) .

2.14.5. Ácido Sulfúrico.

“Es un líquido aceitoso transparente, incoloro y sumamente corrosivo, las concentraciones mínimas que oscilan en el aire de este componente son de 1 mg/m³” (ATSDR, 2017).

Al calentarse genera vapores intensamente nocivos, de los que se incluye el anhídrido sulfúrico mismo que se encuentra expuesto al ácido sulfúrico que está concentrado en el aire, provocando irritación en las fosas nasales; este compuesto conseguir encenderse o explotar cuando entra en contacto con algunas sustancias químicas, entre las que tenemos: acetona, alcoholes y algunos metales finamente divididos ((OMS)., 2018).

2.14.6. Aceites Usados.

Este tipo de aceites se originan de los aceites minerales, que durante su uso van perdiendo sus propiedades y sus características; volviéndose inapropiados para seguir con su utilización como son los aceites lubricantes de motores, los fluidos hidráulicos, aceites de corte, y los aceites dieléctricos provenientes de transformadores y condensadores (Tejedor, 2017).

Los aceites generan una serie de contaminantes como son: Agua, azufre, compuestos clorados y metales pesados, que establecen sus características tóxicas y peligrosas que son considerados peligrosos para el ambiente debido a su persistencia y su habilidad para esparcirse en grandes áreas de suelo y del agua, formando un film que no permite el ingreso de oxígeno, lo que produce rápidamente una significativa degradación de la calidad del ambiente (ATSDR, 2017).

2.15. Productos Químicos Peligrosos.

2.15.1. Dioxinas y Furanos.

Son aquellas sustancias químicas determinadas por compuestos aromáticos como los policlorados, incoloros e inodoros, poseen estructuras y propiedades químicas, físicas similares, las dioxinas están presentes de forma natural en las erupciones volcánicas, quema de los bosques forestales, en los métodos antropogénicos como es el caso de la incineración de los desechos urbanos, en la producción del papel, fabricación de PVC, entre otros (Nelson Montoya., 2018).

Las dioxinas y los furanos son liberados al aire a partir de las fuentes fijas o desde las fuentes dispersas, por otra parte el agua recibe las dioxinas que son descargadas de los efluentes, como los productos químicos que son originarios de la industria (PNUMA., 2020).

Las dioxinas y los furanos son compuestos de hidrocarburos aromáticos que en pequeñas cantidades consiguen provocar daños en la salud pública, así como al medio ambiente; se originan principalmente en la incineración de los residuos de los hospitales, industrias, cuya finalidad es minimizar la elaboración de toxinas (Brunner, 2018).

“Los plásticos al estar expuestos a altas temperaturas de los hornos incineradores generan altas emanaciones de gases y generan las dioxinas cloradas (policloro para dibenzodioxinas PCDDs) y furanos clorados (policlorodibenzofuranos PCDFs)” (Brunner, 2018).

2.15.2. Material Particulado de 2.5 y 10 μm .

Hace referencia a las partículas discretas gotas de agua líquidas; las partículas primarias están expresadas de manera directa al aire ambiente, por otra parte las partículas secundarias están formadas en la atmósfera por evoluciones de las emisiones gaseosas como los óxidos de azufre y nitrógeno. El material particulado se distingue comúnmente como $\text{PM}_{2.5}$ o PM_{10} lo que significa que las partículas con diámetro aerodinámico menor de $2,5 \mu\text{m}$ y $10 \mu\text{m}$, respectivamente (Pilinis, 2016).

Las partículas con un mayor interés son aquellas que tienen los diámetros menores a 10 μm puesto que son fácilmente respirables y penetran en los pulmones, las partículas de tamaño comprendido entre 2.5 μm y 10 μm se depositan en la tráquea, bronquios y bronquiolos; las partículas de tamaño inferior a 2.5 μm llegan al interior de los alvéolos pulmonares, donde las más hidrosolubles se disuelven y las menos hidrosolubles se depositan (Tena, 2017).

El 64.8% del total de los Hidrocarburos Aromáticos Poli cíclicos (PAH), los cuales son: Benz(a) antraceno, benzo(b) fluoranteno, benzo(k) fluoranteno, benzo (a) pireno, dibenz(a,h)antraceno, indeno(1,2,3-cd)pireno, son compuestos que producen cáncer en los seres humanos, ya que el venzo, pireno produce mutaciones en las células mamarias provocando tumores (Chong, 2017).

2.15.3. Monóxido de Carbono (Co).

Conocido también como óxido de carbono, gas carbonoso y anhídrido carbonoso, su fórmula química es CO, esta sustancia puede provocar la muerte si se respira en niveles elevados, en concentraciones tóxicas penetra en el organismo por vía inhalatoria sin ser detectado por la víctima, hasta que cause síntomas clínicos; se le conoce como "el asesino silencioso" (Hughes JMB, 2015).

2.15.4. Ozono.

Compuesto gaseoso de efecto invernadero el cual posee una tonalidad azul en estado líquido a temperatura menor a -115°C ; el ozono por su propia naturaleza es altamente oxidante debido a que se encarga de desinfectar, purificar y eliminar microorganismos patógenos como virus, bacterias, hongos, etc. En altas concentraciones, el ozono es un gas bastante tóxico, con un olor punzante (M., 2015). "Cuando se concentra en la troposfera, junto con otros contaminantes produce daños a las funciones pulmonares lo que puede conducir a severas dolencias" (Roller., 2015).

2.16. Porcentaje de Compuesto que se Adhiere al Envase.

Para el caso de los plásticos reciclados, el olor, no solo puede provenir de los compuestos formados por la degradación ambiental, sino también por la degradación del mismo polímero de los agregados plásticos o de las sustancias con las que haya tenido contacto el material; los polímeros absorben compuestos volátiles originarios de su anterior uso, consiguiendo así sustancias como las fragancias (Interempresas, 2020).

Los inconvenientes son los olores son producidas por sustancias con elevada volatilidad, es decir, moléculas que pasan de estado vapor a temperaturas sumamente bajas ($< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$), Algunas sustancias pueden estar en concentraciones por debajo del mg/kg, en este caso es necesario el uso de técnicas cromatografías con sistemas de detección como la espectrometría de masas (MS) o la ionización (Interempresas, 2020).

CAPÍTULO III

3. METODOS Y PROCESOS

3.1. Descripción del Caso de Estudio.

El estudio se realiza en el laboratorio de economía circular perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca, ubicada en la parroquia Ricaurte perteneciente al cantón Cuenca; para lo cual se inicia con la caracterización de los plásticos.

El laboratorio está ubicado en un lugar semiconfinado, cuenta con una sola ventana cerca de la máquina trituradora del plástico, no tiene puerta interna solo existe la puerta de calle, tiene una piscina para el enfriamiento del material fundido, 2 máquinas trituradoras, 1 máquina que corte el material, área donde se desmolda el material reutilizado, como se puede observar en la Figura 5.

Figura 5: Laboratorio de Economía Circular.



Fuente: Elaboración propia

“La caracterización se utiliza a la hora de identificar y describir las características y propiedades de los desechos plásticos, que se pueden generar en fábricas, puntos de reciclaje entre otros” (Cantanhede, 2006).

Los puntos que se consideran en la caracterización son los siguientes:

- El volumen de la cantidad de desechos plásticos (Cantanhede, 2006).

- La composición y separación de los plásticos (Cantanhede, 2006).

Se inicia con la planificación, es decir, con el proceso de la recolección de los plásticos reciclados, cabe mencionar que este procedimiento de recolectar los plásticos lo realizan los señores recicladores quienes son los que entregan el plástico reciclado a la Universidad Católica a través de la EMAC- EP; debido al convenio que se mantiene aún vigente como ya se indicó en el Capítulo 1.

Aproximadamente se entrega 1 tonelada de plástico al mes a la Universidad Católica de Cuenca; la misma que debe entregar a la EMAC- EP todo el plástico transformado en elementos estructurales como por ejemplo duelas, vigas, maseteros etc. Se realiza la caracterización con 1385.5 kg de plástico entregada en el mes de diciembre, como se puede observar en la siguiente figura los registros de las cantidades de plásticos entregadas al laboratorio de economía circular perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca.

Tabla 5. Registro mensual de los plásticos entregados al laboratorio de Economía Circular.

DIA	MES	AÑO	TOTAL (Kg)
29	Julio	2022	930.3
29	Agosto	2022	1030.7
26	Septiembre	2022	982.8
27	Octubre	2022	820.5
28	Noviembre	2022	1310.2
5	Diciembre	2022	1385.5

Fuente: (Datos otorgados por el ing. Javier Calle).

3.1.1. Mezclado de los Plásticos.

Se realiza el mezclado de los plásticos con ayuda de la maquinaria pesada, puesto que la cantidad a mezclar es de 1385.5 kg; con la finalidad de obtener una muestra homogénea, la misma que es entregada en el mes de diciembre a la Universidad Católica

de Cuenca por la Empresa Pública Municipal EMAC- EP de acuerdo con el convenio que se mantiene en vigencia del cual hemos hablado en el Capítulo 1.

Figura 6: Mesclado del plástico reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Cuarteo de los Plásticos.

Terminada la fase de mezclado se procede a cuartear los plásticos con la finalidad de obtener de una muestra porciones representativas de tamaños adecuados para proceder con el análisis de la misma.

Figura 7: Cuarteo del plástico.



Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Caracterización.

En la siguiente figura se observa la parte que se tomó para proceder a determinar el peso de la muestra del plástico.

Figura 8: Caracterización del Plástico Reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Cálculo del Peso Volumétrico de la Muestra.

Para determinar el peso volumétrico de la muestra de los plásticos que vamos a analizar se utiliza un tanque de 55 galones en el cual se efectúan las respectivas mediciones para obtener el promedio de alturas; y a su vez calcular el peso y volumen del material.

$$\text{Peso Volumétrico} = \frac{P \text{ (kg)}}{V \text{ (m}^3\text{)}} \quad \text{Ecuación (1).}$$

Tabla 6: Datos del tanque

DATOS	
Diámetro (m)	0.565
Altura (m)	0.85
Peso del tanque (kg)	13.2
Peso total (kg)	23.5
Altura h1 (m)	0.39

Fuente: Elaboración propia.

- Se determina el área del tanque con la siguiente fórmula.

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \text{Ecuación (2).}$$

$$A = 0.25 \text{ m}^2$$

Dónde:

A = Área de la muestra.

π = Pi equivalente a 3.1416.

d = Diámetro de la muestra.

- Se determinó el peso de la muestra.

$$P_m = P_{\text{total}} - P_{\text{tanque}}$$

$$P_m = 23.5 \text{ kg} - 13.2 \text{ kg}$$

$$P_m = 10.3 \text{ kg.}$$

Dónde: P_m = Peso de la muestra.

- Se determinó la altura de la muestra.

$$H_m = H_{\text{tanque}} - H_1$$

$$H_m = 0.85 \text{ m} - 0.39 \text{ m}$$

$$H_m = 0.46 \text{ m.}$$

Dónde: H_m = Altura de la muestra.

- Se determinó el volumen de la muestra.

$$V_m = H_m * A$$

$$V_m = 0.46 \text{ m} * 0.25 \text{ m}^2$$

$$V_m = 0.115 \text{ m}^3.$$

Dónde: V_m = Volumen de la muestra.

- Se calculó el peso volumétrico de la muestra.

$$\rho = \frac{P}{V}$$

$$\rho = \frac{10.3}{0.115}$$

$$\rho = 89.5 \text{ Kg/m}^3$$

Dónde: ρ = Peso volumétrico de la muestra.

3.3. Clasificación de los Plásticos.

Luego de haber determinado el peso volumétrico de la muestra, se continúa con el proceso de clasificación de cada uno de los plásticos reciclados como se indica en la siguiente figura.

Figura 9: Clasificación de los plásticos.







Fuente: Elaboración propia.

3.3.1. Clasificación de los Plásticos según el Triángulo de Mobius.

Esta clasificación se realiza mediante el triángulo de Mobius como ya se ha hablado anteriormente, este método nos ayuda a identificar el número que contiene el plástico y a su vez poder clasificarlo de acuerdo a su baja o alta densidad. Para nuestro estudio se obtuvo los siguientes tipos de plásticos y los pesos de cada uno de ellos; como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 7: Clasificación de los diferentes tipos de plásticos caracterizados.

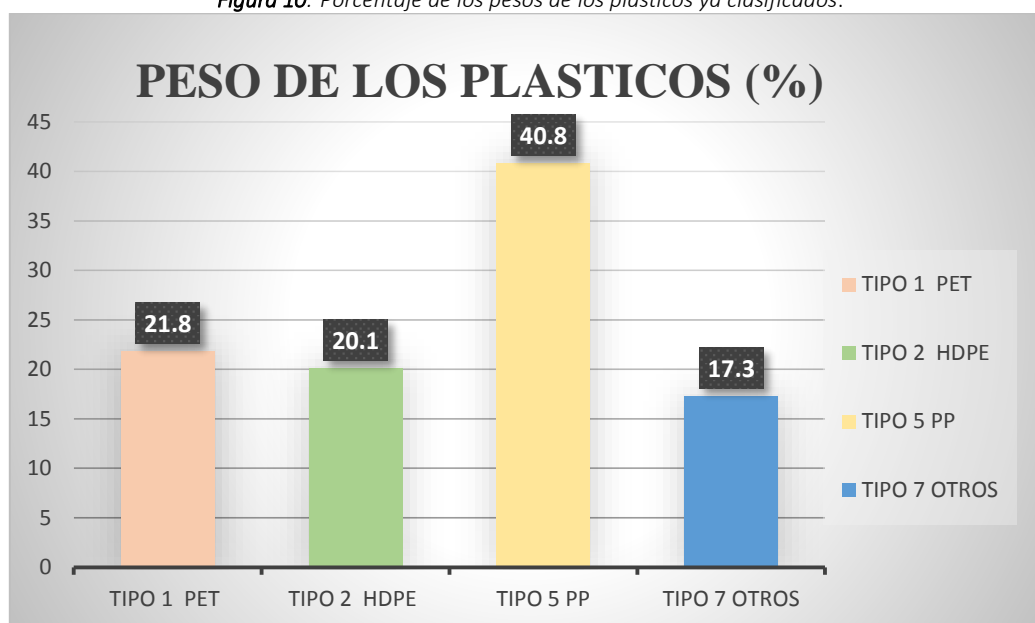
SIMBOLO	TIPOS DE PLASTICOS	PESO DE MUESTRAS	PESO EN %	PESO VOLUMETRICO
	PET (Polietileno tereftalato).	25.4 kg	21.8%	19.5 kg
	HDPE (Polietileno de alta densidad).	22.3 kg	20.1%	18 kg
	PP (Polipropileno).	28.2 kg	40.8 %	36.5 kg
	Otros	24.1 kg	17.3 %	15.5 kg
TOTAL		100 kg	100 %	89.5 kg

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Porcentajes de los Plásticos Clasificados.

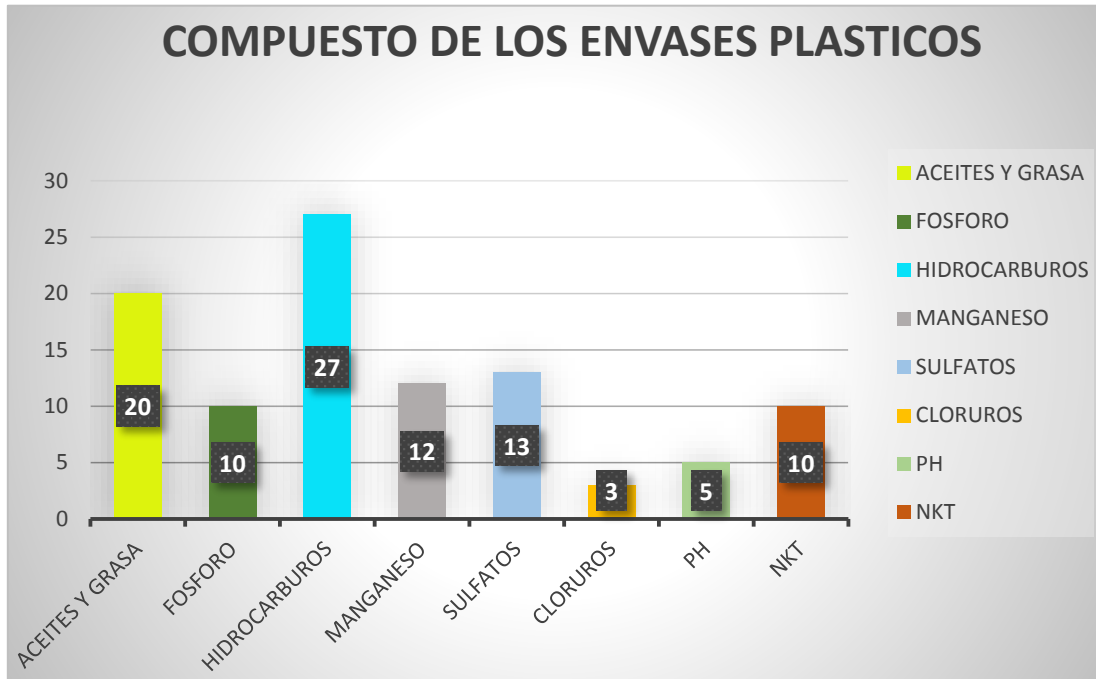
En la siguiente figura se observa en porcentajes los pesos de cada uno de los plásticos clasificados, teniendo como mayor cantidad de plásticos los tipo 5 (PP) de alta densidad.

Figura 10: Porcentaje de los pesos de los plásticos ya clasificados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11: Porcentaje de los compuestos de los envases plásticos.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Compuestos Almacenados de los Envases.

Para determinar los compuestos de las sustancias almacenadas en los diferentes tipos de plásticos antes mencionados, se determina mediante las etiquetas los ingredientes que contiene cada uno de los envases clasificados, como se observa en la siguiente figura.

Figura 12: Etiquetas de los compuestos almacenados en los plásticos.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Compuestos almacenados en los plásticos según el tipo de plástico clasificado.

TIPOS DE PLASTICOS	COMPUESTOS	PORCENTAJE
TIPO 1: PET (Polietileno tereftalato).	Aceite de soya	10%
	Cloruro de potasio	5%
	Antioxidantes	3%
	Lactosa	3.8%
TIPO 2: HDPE (Polietileno De alta densidad).	Aceite vegetal, mineral	6%
	Colorantes	10%
	Lactobacillus	4.1%
TIPO 5: PP (Polipropileno).	Cloruro de potasio	10%
	Sílice	5%
	Alcohol	2.5%
	Sulfatos	5.3%
	Compuestos limpios	18%
TIPO 7: Otros.	Ácido Clorhídrico	2%
	Glucosa	2%
	Oxido de Silicio	8%
	Hidróxido de Sodio	3%
	Carbonato de Sodio	2.3%

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Plásticos Usados para Fabricación de Estructuras.

Para la fabricación de los elementos estructurales en la investigación solo se utiliza los tipos de plásticos 2 y 5 puesto que pertenecen a la clasificación de los termoplásticos los cuales se ablandan al encontrarse en el calor y recuperan su dureza al enfriarse, se caracterizan por fundirse a temperaturas mayores a 150 ° C.

Se tiene en cuenta también los procesos previos para la fundición del plástico, como son: lavado de los plásticos, cortado del plástico, trituración del plástico, colocación de los moldes en la maquina extrusora para la fundición del plástico; a continuación, se describe cada uno de los siguientes procesos.

3.4.1. Lavado de los Plásticos.

Una vez culminado el proceso de clasificación procedemos a realizar el lavado de los plásticos de la muestra tomada, solo se analizará los tipos de plásticos 2 y 5, porque son plásticos con mayor facilidad de ser moldeados debido a que se ablandan cuando están

en contacto con el calor y pueden recuperar sus propiedades al enfriarse. Para el lavado de los plásticos utilizaremos una tina para así poder recoger el agua que se tomará como muestra de estudio; como se observa en la siguiente figura.

Figura 13: Lavado de los plásticos.



Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Toma de las Muestras del Agua a ser Analizada.

Luego de haber terminado con el proceso de lavado de cada uno de los plásticos clasificados anteriormente, se realiza la toma de muestra del agua; la misma que será llevada al laboratorio de Saneamiento de la planta de tratamiento de agua residuales de ETAPA; en donde se realizará el análisis de la calidad del agua; como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 14: Muestra del agua recolectada.



Fuente: Elaboración propia.

3.5. Construcción de Estructuras de Plástico.

Para el análisis de nuestro estudio se tomaron 2 muestras de cada tipo de plásticos, tipo 2 y tipo 5; el laboratorio de Economía Circular trabaja solo con estos 2 tipos de plásticos puesto que son más resistentes a la corrosión, ligeros, flexibles, mejor conductividad térmica, pueden volver a recuperar su forma ya que son plásticos que se ablandan con el calor y se recuperan con el frío.

Se realiza el lavado de los plásticos clasificados con la finalidad de eliminar los residuos de los compuestos que aún se encuentran en los envases; y también se efectúa el no lavado de los mismos esto con el fin de poder comparar los plásticos lavados y los plásticos no lavados y así poder determinar cuál de los dos métodos es más factible.

3.5.1. Corte de los Plásticos.

Culminado el proceso de lavado de los tipos de plásticos a analizar, se procede a cortar los mismos en pequeñas partes para facilitar la trituración, para esto se toma una cantidad de aproximadamente de 15 a 20 Kg, como se puede observar en la siguiente ilustración.

Figura 15: Corte de los plásticos.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.2. Trituración de los Plásticos.

Luego de terminado el cortado del plástico se continua con la trituración del mismo, el propósito de la trituración del plástico es ayudar a reducir las piezas de mayor tamaño sin la necesidad de realizarlo de manera manual. En este proceso se recomienda utilizar las medidas de seguridad como por ejemplo orejeras mascarillas y gafas; todo el material triturado se almacena en las tolvas de la máquina trituradora, se muestra a continuación en la siguiente figura.

Figura 16: Trituración de los plásticos.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.3. Fundición de los Plásticos.

Culminado el proceso de trituración se continua con la fundición del plástico, en este proceso se realiza el monitoreo de las emisiones de los gases que se producen al momento de fundir el plástico, con los equipos otorgados por la Universidad Católica de Cuenca. Cabe mencionar que todos estos procesos descritos anteriormente se realizaron en el laboratorio de Economía Circular, perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca, con la ayuda brindada por parte del Ing. Xavier Calle encargado del laboratorio; se muestran las siguiente figura.

Figura 17: Fundición del plástico.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6. Materiales Utilizados.

Para analizar la calidad del agua los materiales que utilizamos fueron una tina en donde se colocó agua para proceder a lavar los envases plásticos y así poder mandar a realizar el análisis de la calidad del agua de proceso; la misma que fue realizada en el laboratorio de Saneamiento de ETAPA, el cual cuenta con los reactivos necesarios para analizar la calidad del agua.

Para el monitoreo de las emisiones gaseosas lo primero que se hace es tomar unas muestras del plástico cuya cantidad aproximada es de 15 a 20 Kg la cual es cortada y triturada; posterior a este proceso se realiza la fundición del plástico para esto se utilizó 2 equipos los cuales se utilizaron para poder determinar los valores permisibles de los gases; los equipos utilizados fueron prestados por la Universidad Católica de Cuenca.

Los equipos utilizados son certificados FORENSICS DETECTORS QA VERIFICATION PASSED LOS ANGELES USA y cumplen las normas EN 50082-1:1997, EN 50081-1: 1992; con relación al primer equipo ozonometrico se tiene que esperar de 7 a 10 minutos luego de haber sido prendido para poder colocar el dispositivo que mide los parámetros de ozono, Material particulado, Co; la marca del equipo es Aeroqual serie 300, el monitor de gases consiste en una maquina **la cual** tiene incorporada un tensor **el cual** mide los límites de los parámetros de Co, Monóxido de Carbono, H₂S. y el ozono; este equipo le pertenece al Ing. Diego Morales encargado del laboratorio de economía circular. El modelo del equipo es FD-4A, serie 210513577. A continuación se describen los equipos utilizados.

El primer equipo ozonómetro es un medidor exacto con el que se tomó las concentraciones de los gases que se encuentran presentes en el aire, cuenta con 4 cabezales diferentes que permite proporcionar medidas de rango distintos (Instrumentacion PIS, 2023). Se puede también utilizar el medidor de ozono durante y

después de los trabajos de limpieza, de desinfección y esterilización que se realizan en las piscinas, instalaciones de tratamiento de agua o después de incendios forestales; cuenta también con un control remoto que permite efectuar los controles. La pantalla LCD indica los valores de medición en ppm o mg/m³, los valores límite de alarma alto y bajo (Instrumentacion PIS, 2023). Con este equipo medimos el contaminante de material particulado de 2.5 y 10 µm.

El segundo equipo detector multigas Fornesics FD-4 es un monitor básico de 4 gasolinas con configuración de bomba de detectores forenses; la bomba permite muestreo de sonda puntual o muestreo continuo si uno no desea entrar en el entorno tóxico o requiere muestreo controlado continuo fácil de usar e incorpora sensores de alta calidad, con una precisión de $\leq \pm 5\%$, LCD grande y retroiluminación la calibración de este detector de oxígeno se realiza en el laboratorio de detectores forenses, ubicado en Los Ángeles, California, Estados Unidos (Herramientas Patagonicas, 2022). Este equipo es utilizado para medir también espacios confinados detecta monóxido de carbono (CO), oxígeno (O₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S) y combustibles (EX) (Detectores forenses., 2021).

Con este equipo medimos los gases de Co. Monóxido de Carbono, H₂S, y el ozono.

*Figura 18: Equipos Utilizados
Primer equipo Aeroqual serie 300*



Segundo equipo Detector de gases



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.1. Análisis de la Calidad del Agua.

Tabla 9: Resultados obtenidos de la calidad del agua..

PARAMETROS	METODOS	FECHA REALIZACION	UNIDAD	LAVADO DE PLASTICO
Cloruros	SM 4500 CL C	2023/03/15	mg/l	4.12
Fosforo total	PEE/LS/FQ/03	2023/03/16	mg/l	4.19
NKT	SM 4500 NORG B	2023/03/17	mg/l	4.6
PH	PEE/LS/FQ/07	2023/03/15		7.59
Sustancias soluble al hexano	SM 5520 D	2023/03/15	mg/l	814.0
Sulfatos	SM 45000 SO4 E	2023/03/17	mg/l	70.99
Manganeso	PEE/LS/AI/04	2023/03/22	mg/l	443.96
Hidrocarburos totales de petróleo	SM 5520 D	2023/03/15	mg/l	2212.19

FUENTE: (ETAPA- EP, 2023).

3.6.2. Análisis de la Calidad del Aire.

Para el análisis de la calidad del aire se tomó una muestra antes durante y después de la fundición esto con el propósito de comparar los valores obtenidos y determinar si están dentro de los límites permitidos; se puede observar que al momento de empezar con la fundición se obtuvo un valor de cero, durante la fundición se observó que los valores fueron incrementándose hasta llegar a sobrepasarse los valores permitidos en este

momento el equipo empezó a sonar y se prendió una luz de color rojo esto se dio cuando estábamos midiendo el material particulado de 2.5 y 10 µm antes y después del lavado de los plásticos. De igual manera se tomó una muestra al finalizar la fundición, como se indica en la tabla siguiente.

Tabla 10. Resultados del monitoreo de las emisiones gaseosas de todos los plásticos..

PARAMETROS	ANTES DE FUNDIR	DURANTE LA FUNDICIÓN	DESPUES DE FUNDIR	UNIDADES
Material Particulado 2.5 µm (*)	0.085	275.1	0.032	mg/Nm3
Material Particulado 10 µm (*)	3.6x10-3	376.8	0.047	mg/Nm3
Ácido Sulfhídrico (H2S) (**)	0	0	0	mg/Nm3
Monóxido de Carbono (Co) (**)	0	28.75	0	mg/Nm3
Ozono (O3) (**)	0	36.43	0	mg/Nm3

FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA).

NOTA: En las tablas 11, 12, 13,14, el (*) representa los parámetros que fueron medidos con el primer equipo medidor ozonómetro; de la misma manera el (**) representa los parámetros que fueron tomados con el segundo equipo detector multigases.

Tabla 11. Resultados obtenidos del monitoreo de las emisiones gaseosas del tipo de plástico 5 sin lavar (compuestos limpios).

PARAMETROS	ANTES DE FUNDIR	DURANTE LA FUNDICIÓN	DESPUES DE FUNDIR	UNIDADES
Material Particulado 2.5 µm (*)	5.4X10-3	120	0.030	mg/Nm3
Material Particulado 10 µm (*)	9.6x10-3	157	0.034	mg/Nm3
Ácido Sulfhídrico (H2S) (**)	0	0	0	mg/Nm3
Monóxido de Carbono (Co) (**)	0	30	0	mg/Nm3
Ozono (O3) (**)	0	32.14	0	mg/Nm3

FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA).

NOTA: En las tablas 11, 12, 13,14, el (*) representa los parámetros que fueron medidos con el primer equipo medidor ozonómetro; de la misma manera el (**) representa los parámetros que fueron tomados con el segundo equipo detector multigases.

Tabla 12. Resultados obtenidos de las emisiones gaseosas de todos los plásticos lavados.

PARAMETROS	ANTES DE FUNDIR	DURANTE LA FUNDIR	DESPUES DE FUNDIR	UNIDADES
Material Particulado 2.5 µm (*)	1.9X10-3	68.7	0.079	mg/Nm3
Material Particulado 10 µm (*)	2.14x10-3	81.6	0.091	mg/Nm3
Ácido Sulfhídrico (H2S) (**)	0	0	0	mg/Nm3
Monóxido de Carbono (Co) (**)	0	13.75	0	mg/Nm3
Ozono (O3) (**)	0	19.29	0	mg/Nm3

FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA).

NOTA: En las tablas 11, 12, 13,14, el (*) representa los parámetros que fueron medidos con el primer equipo medidor ozonómetro; de la misma manera el (**) representa los parámetros que fueron tomados con el segundo equipo detector multigases.

Tabla 13. Resultados obtenidos del monitoreo de las emisiones gaseosas del tipo 5 lavados.

PARAMETROS	ANTES DE FUNDIR	DURANTE LA FUNDIR	DESPUES DE FUNDIR	UNIDADES
Material Particulado 2.5 µm (*)	0.024	58	0.028	mg/Nm3
Material Particulado 10 µm (*)	0.036	65	0.031	mg/Nm3
Ácido Sulfhídrico (H2S) (**)	0	0	0	mg/Nm3
Monóxido de Carbono (Co) (**)	0	8.75	0	mg/Nm3
Ozono (O3) (**)	0	10.71	0	mg/Nm3

FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA).

NOTA: En las tablas 11, 12, 13,14, el (*) representa los parámetros que fueron medidos con el primer equipo medidor ozonómetro; de la misma manera el (**) representa los parámetros que fueron tomados con el segundo equipo detector multigases.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados de los Análisis de la Calidad del Agua.

El análisis de la calidad del agua se realizó en el laboratorio de Saneamiento de la Empresa Pública de Aguas Residuales ETAPA, teniendo los resultados como se muestra en la **tabla 6**. Los mismos que serán comparados con las Normativa Vigente.

4.2. Comparación de los Resultados Obtenidos con la Normativa.

Una vez obtenidos los resultados de las muestras analizadas se procedió a comparar los valores que se detallan en la tabla 3 con el acuerdo ministerial 097A literal 5.2.3. Normas generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado, tabla 8: límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Tabla 14. Comparación de los resultados obtenidos..

PARAMETROS	RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITE MAX PERMISIBLE	OBSERVACIONES
Cloruros	4.12 mg/l	250 mg/l	Si cumple
Fosforo total	4.19 mg/l	15 mg/l	Si cumple
Nitrogenos total Kje dahl	4.6 mg/l	60 mg/l	Si cumple
PH	7.59 mg/l	6-9	Si cumple
Aceites y grasas	814 mg/l	70 mg/l	No cumple
Sulfatos	70.99 mg/l	400 mg/l	Si cumple
Manganeso	443.96 mg/l	10 mg/l	No cumple
Hidrocarburos totales de petróleo	2212.19 mg/l	20 mg/l	No cumple

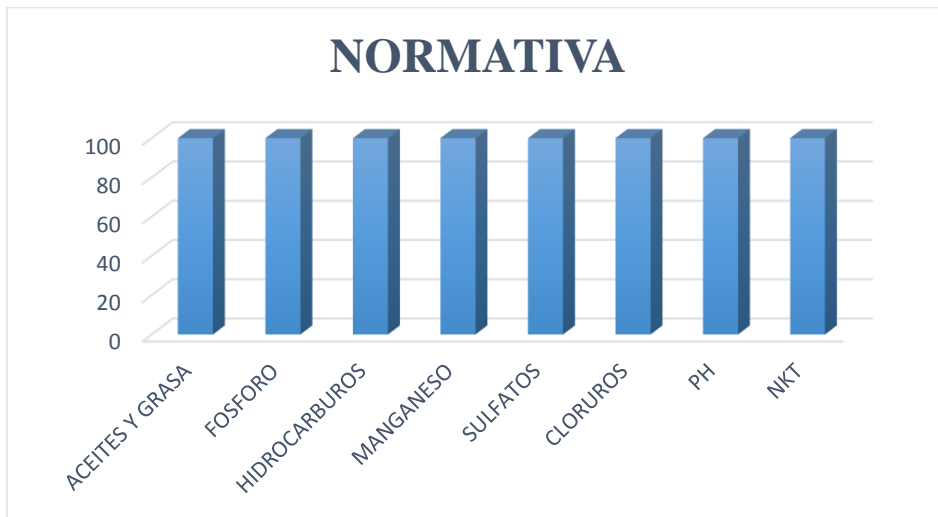
Fuente: (Elaboración propia).

Figura 19: Porcentaje de los resultados obtenidos del análisis del agua.



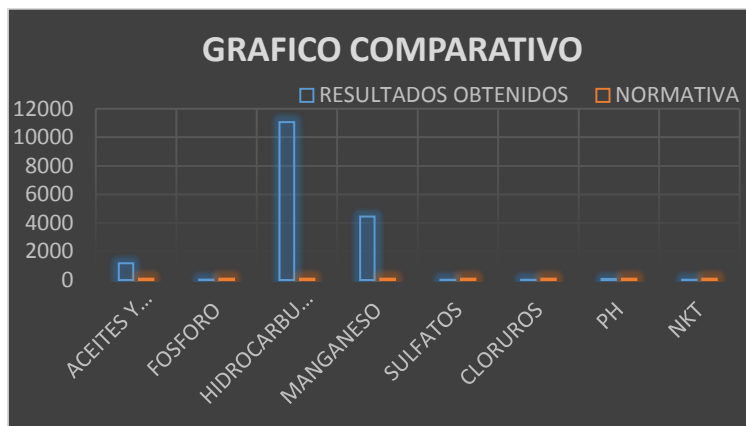
FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA).

Figura 20: Porcentajes de los límites máximos permitidos.



FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA).

Figura 21: Comparación de los resultados obtenidos Vs los límites permitidos



FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA).

Una vez comparado los resultados obtenidos con la tabla del acuerdo ministerial 097A; se tiene que el agua analiza contiene la mayor parte de hidrocarburos con un total de 2212.19 mg/l, siendo su límite máximo de 20 mg/l lo que significa que hay una gran cantidad de sustancias químicas que generalmente se encuentran en los utensilios de limpieza; también tenemos gran cantidad de aceites y grasas con un total de 814 mg/l siendo el límite máximo de 70 mg/l, estas sustancias son provenientes de los aceites automotrices de los vehículos, y el manganeso con un total de 443.96, se consideran sustancias peligrosas tóxicas según los listados que se encuentran en el acuerdo 142, lo que nos indica que el agua está contaminada y no es apta para ser descargada al sistema de alcantarillado.

4.3. Resultados de los Análisis de la Calidad del Aire.

El análisis del monitoreo de las emanaciones de los gases que se producen al momento de fundir los plásticos se realizó en el laboratorio de Economía Circular, teniendo los resultados como se muestra en la tabla 14, 15. Los mismos que serán comparados con la Normativa Vigente.

4.4. Comparación de los Resultados Obtenidos con la Normativa.

Una vez obtenidos los resultados de las muestras analizadas procedemos a comparar los valores que se detallan en las tablas 14 con el acuerdo ministerial 097A, Anexo 4: Norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión libro VI ANEXO 4, tabla 1: Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la Calidad del aire (mg/Nm³).

Tabla 15. Comparación de los resultados de los plásticos sin lavar (Compuestos limpios).

CONTAMINANTE	RESULTADOS OBTENIDOS TODOS LOS PLASTICOS SIN LAVAR	RESULTADOS OBTENIDOS DEL PLASTICO TIPO 5 SIN LAVAR(COMPUESTOS LIMPIOS)	LIMITE MAX PERMISIBLE	OBSERVACION
Material Particulado 2.5 µm	275.1 mg/Nm ³	120 mg/Nm ³	150 mg/Nm ³	No cumple todo el plástico. Si cumple el plástico tipo 5 sin lavar (Compuestos limpios).
Material Particulado 10 µm	376.8 mg/Nm ³	157 mg/Nm ³	250 mg/Nm ³	No cumple todo el plástico. Si cumple el Plástico tipo 5 sin Lavar (Compuestos limpios)
Ácido Sulfhídrico	0 mg/Nm ³	0 mg/Nm ³	800 mg/Nm ³	Si cumple en ambos casos.
Monóxido de Carbono	28.75 mg/Nm ³	30 mg/Nm ³	15000 mg/Nm ³	Si cumple en ambos casos.
Ozono	36.43 mg/Nm ³	32.14 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³	Si cumple en ambos casos

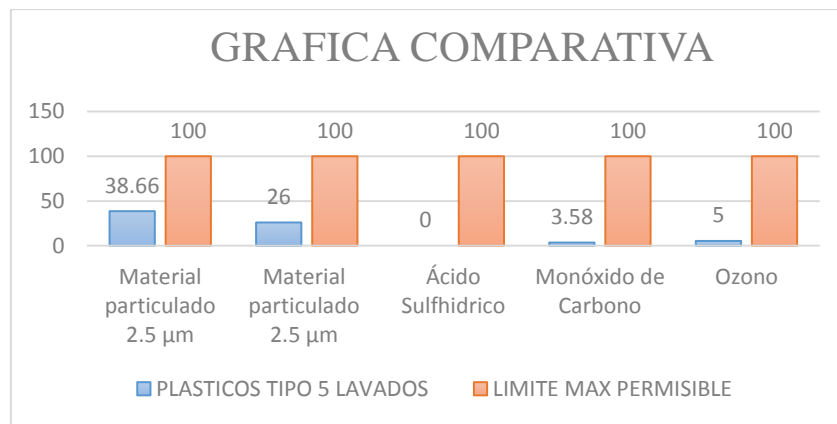
Fuente: (Elaboración propia).

Tabla 16. Comparación de los resultados de los plásticos lavados (Compuestos limpios).

CONTAMINANTE	RESULTADOS OBTENIDOS TODOS LOS PLASTICOS LAVAR	RESULTADOS OBTENIDOS DEL PLASTICO TIPO 5 LAVADO(COMPUESTOS LIMPIOS)	LIMITE MAX PERMISIBLE	OBSERVACION
Material Particulado 2.5 µm	68.7 mg/Nm ³	58 mg/Nm ³	150 mg/Nm ³	Si cumple en ambos casos.
Material Particulado 10 µm	81.6 mg/Nm ³	65 mg/Nm ³	250 mg/Nm ³	Si cumple en ambos casos.
Ácido Sulfhídrico	0 mg/Nm ³	0 mg/Nm ³	800 mg/Nm ³	Si cumple en ambos casos.
Monóxido de Carbono	13.75 mg/Nm ³	8.75 mg/Nm ³	15000 mg/Nm ³	Si cumple en ambos casos.
Ozono	19.29 mg/Nm ³	10.71 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³	Si cumple en ambos casos

Fuente: (Elaboración propia).

Figura 22: Comparación de los plásticos tipo 5 lavados Vs los límites máximos permisibles

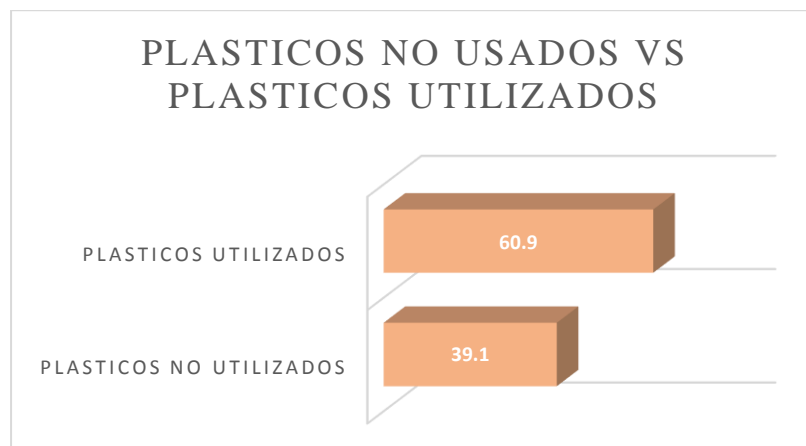


Fuente: (Elaboración propia).

Una vez comparados los resultados se puede observar que en la tabla 17 se obtiene una menor cantidad de contaminación con el plástico tipo 5 que con todos los tipos de plásticos clasificados estos se encuentran sin lavar, de igual manera se observa en la tabla 15 que una vez lavados los plásticos adecuadamente se obtiene una disminución de los contaminantes; quedando claro que el plástico menos toxico y dañino es el tipo 5 PP (Polipropileno).

4.5. Comparación de los Plásticos que se no se Utilizaron con los Plásticos Utilizados Para la Construcción de los Elementos Estructurales.

Figura 23: Comparación de los plásticos no utilizados Vs los plásticos utilizados



Fuente: (Elaboración propia).

Como se puede observar en la figura 23, se tiene un porcentaje de 39.10 % que representa los plásticos que no se utilizó para la fabricación de los elementos estructurales, considerándose los plásticos de tipo 1 y 7; mientras que el 60.9 % representa los plásticos que utilizamos para la elaboración de los elementos estructurales de tipo 2 y tipo 5.

Lo plásticos que se utilizaron para el procesamiento de los elementos estructurales es más de la mitad de la muestra que los plásticos que son llevados a los basureros, estamos contaminando menos el medio ambiente, puesto que estamos dándole un nuevo uso a estos plásticos.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Se determinó a través de un seguimiento, el convenio que se mantiene vigente entre la Universidad Católica de Cuenca y a la Empresa Pública Municipal EMAC- EP, la cual entrega 1 tonelada al mes, la misma que se clasifica de acuerdo al triángulo de Moubis obteniendo del cuarteo de la muestra los siguientes plásticos según su uso los cuales son: 21.8% del tipo 1 Pet (Polietileno tereftalato), 20.1% del tipo 2 HDPE (Polietileno de alta densidad), 40.8% del tipo 5 PP (Polipropileno), 17.3% del tipo 7 Otros.
- Se trabajó con los plásticos 2 y 5 porque son fáciles de moldear, son plásticos resistentes a algunas sustancias químicas como por ejemplo a los ácidos, bases y solventes, baja conductividad térmica, también se los puede utilizar como material aislante.
- Del 100% de la muestra cuarteada, el 39.1 % son plásticos que no se utilizó en la investigación, ya que son plásticos de difícil descomposición, y contiene objetos altamente inflamables los cuales pueden ser generadores de incendios o de gases de efecto invernadero por lo que permanecen mucho tiempo en el ambiente.
- Mediante el lavado de los plásticos se determinó que la calidad del agua de la muestra tomada no cumple con los límites máximos permisibles para la descarga de los efluentes al sistema de alcantarillado según el acuerdo ministerial 097 A, teniendo los siguientes resultados: Aceites y grasas con un total de 814 mg/Nm³; la norma establece un límite máximo de 70 mg/Nm³, Hidrocarburos con un total de 2212.19 mg/Nm³, el límite máximo permisibles es 20 mg/Nm³, y el manganeso con un total de 443.96, su límite máximo es 10 mg/Nm³; estos valores

fueron obtenidos del análisis que se realizó en el laboratorio de ETAPA de la calidad del agua; lo que nos indica que estos contaminantes superan los límites permitidos de acuerdo a la normativa, el agua analizada está contaminada y no es apta para ser descargada al sistema de alcantarillado

- Se realizó los monitoreos de las emisiones de los gases que se producen al momento de realizar la fundición del plástico, para esto se realizó 4 muestras en las cuales se comparó todos los tipos plásticos anteriormente ya clasificados de acuerdo al capítulo 3 y el plástico tipo 5 ambos sin lavar y lavados, teniendo como resultados en las tablas que consta en el capítulo 4 que el plástico 5 es 12.37 % menos toxico; debidamente lavado; para este análisis se utilizó solamente los plásticos tipo 5 y tipo 2 ya que son plásticos que tiene mayor flexibilidad, conductividad térmica baja, calidad como material aislante, alta resistencia al calor.
- Durante los monitoreos de las emisiones gaseosas se tuvo la mayor presencia de material particulado con un porcentaje del 30.75%, un contaminante altamente nocivo y toxico para la salud del ser humano y para el medio ambiente, los monitoreos se realizó en el laboratorio de economía circular
- De los resultados preliminares obtenidos de los análisis de la calidad del agua y del monitoreo de las emisiones gaseosas se determina que existe contaminación al medio ambiente y al suelo, establecido en el acuerdo ministerial 097A.
- El laboratorio se encuentra en un espacio semiconfinado por lo que el equipo utilizado no es el recomendado.

5.2. Recomendaciones.

- Trabajar únicamente con los plásticos 2 y 5 ya que poseen mayor resistencia al corte, resistencia a la compresión y son menos rígidos.
- Nuestro plan de mitigación consiste en: Obtener los equipos necesarios para el procesamiento de lavado, trituración, corte, y fundición del plástico por ejemplo mascarillas, gafas, guantes, cascos, orejeras, zapatos punta de acero y la ropa adecuada (overoles); El área de trabajo donde se encuentra el laboratorio de economía circular tiene que estar en un espacio abierto no semiconfinado; Colocación de extractores de gases; Revisión médica al personal de una o dos veces al año.
- Realizar una comparación de cuanto contamina el plástico que va directo a los depósitos de basura y el plástico que se utiliza para la fabricación de los elementos estructurales.
- Realizar un nuevo convenio con la EMAC-EP en donde se especifique que los plásticos que no son aptos para ser procesados, sean devueltos a la EMAC ya que en el laboratorio de economía circular se encuentra grandes cantidades de estos plásticos botados.
- En el caso que se laven los plásticos construir una planta de tratamiento de aguas residuales industrial (PTARI).
- Realizar monitoreos más frecuentes de las emisiones gaseosas con equipos que permitan captar los efluentes en áreas no confinadas.
- Adquirir los equipos necesarios para poder realizar las pruebas de la calidad del agua como los monitoreos del aire.

- De acuerdo a la normativa ambiental 142 los recipientes con hidrocarburos no sirven para la investigación ni para la fundición, se los debe trabajar como gestores ambientales.
- No usar los pasticos que contienen aceites minerales

REFERENCIAS

- (s.f.). Obtenido de <https://emac.gob.ec/servicios/reciclaje/#>
- (s.f.). Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_toxfaqs_index.html
061. (2015). Acuerdo Ministerial. QUITO: LEXUS.
061. (2015). Acuerdo Ministerial . Quito: Ministerio del ambiente.
- (OMS). (2018). International Chemical Safety Cards, Sulfuric Acid. Organizacion Mundial de la Salud.
061. (4 de mayo de 2015). Acuerdo Ministerial . Quito: Ministerio del ambiente.
- 097A. (2015). Acuerdo Ministerial . Quito: Ministerio del Ambiente.
- (Mayo de 2017). Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_toxfaqs_index.html: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_toxfaqs_index.html
- (2018). Obtenido de World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, The New Plastics Economy : ellenmacarthurfoundation.org/publications).
- Acuerdo Ministerial 097 A. (Diciembre de 2015). Anexo A. Obtenido de Concentraciones de los contaminantes criterios que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia.
- Acuerdo Ministerial 097 A. (Diciembre de 2015). Anexo A. Obtenido de Concentraciones de los contaminantes criterios que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia.
- Acuerdo Ministerial 097A. (2015). Criterios Generales para la Descarga de Efluentes. Quito: Ministerio del ambiente.
- Acuerdo Ministerial 097A, Normas de emisiones al aire desde fuentes fijas. (2015).
- Acuerdo Ministerial 142. (22 de Diciembre de 2015). Sustancias Químicas Peligrosas. Quito: ministerio del ambiente. Obtenido de Lisrado Nacional de las Sustancias Químicas Peligrosas.
- Acuerdo No 097A. (2015). Normas generales para concentraciones de ANEXO 4 del libro VI del texto unificado de legislacion secundaria del ministerio del ambiente;
- Acuerdo No 142. (22 de Diciembre de 2012). Anexo A. Obtenido de Lisrado Nacional de las Sustancias Químicas Peligrosas.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). (s.f.). Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_toxfaqs_index.html
- Alvaro, M., & Olives, A. C. (2016). IDENTIFICACIÓN DEL POTENCIAL APROVECHABLE DE LOS RESODUOS SOLIDOS. Quito.

- Ambiente. (3 de 12 de 2019). Obtenido de Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS): <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/5.PROYECTO-PNGIDS.pdf>
- Ambiente, M. d. (03 de 12 de 2019). Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/5.PROYECTO-PNGIDS.pdf>
- Anguita, R. (2017). "Extrusion de Plasticos" H. Blume. Madrid.
- Arandes Jose M, B. J. (2016). Reciclado de residuos plasticos .
- Arandes Jose M, Bilbao Javier, Lopez V Da-nilo. (Marzo 2018). Reciclado de Residuos Plasticos,. Revista Iberoamericana de Polimeros, Vol 5 (1), pp 28-45.
- Arandez, J. M. (20017). Reciclado de residuos plasticos . Iberoamericana de Polimeros Arandes .
- ATSDR. (Mayo de 2017). Obtenido de Agencia para Sustancias Toxicas y el Registro de Enfermedades: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts117.html
- Benardi. (2021). DIGESTIÓN ANAERÓBICA: OBTENCIÓN DE BIOGÁS. UNLP Segunda edición. Obtenido de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/95628/mod_resource/content/1/Apunte%20sobre%20digesti%C3%B3n%20anaer%C3%B3bica%20y%20biog%C3%A1s%20_Edici%C3%B3n%202021_.pdf
- Bonilla, C., & Velasco, J. (2017). Estudio y Simulación de la respuesta térmica de dos modelos de vivienda de interés social en las ciudades de Esmeraldas e Ibarra. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Bosquet, L. G. (2019). Antisépticos y desinfectantes. Elsevier.
- Brunner, C. R. (2018). Dioxinas en proceso de incineracion de desechos.
- Bustamante, B. P. (2018). La degradacion de los plasticos. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/16534/document%20%287%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Buteler, M. (2019). QUE ES LA CONTAMINACION POR PLASTICO Y POR QUE NOS AFECTA A TODOS. El problema del plastico.
- Cairplas. (2019). El plastico y sus usos.
- Cando. (2019). Obtenido de Que es un elemento estructural: <https://bloquescando.com/que-es-un-elemento-estructural/>
- Cantanhede, A. (19 de 03 de 2006). Revista Aidis. Obtenido de Revista Aidis: <http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/13553>
- Caracciolo, A. C. (2018). Characteristics and environmental fate of the anionic surfactant sodium lauryl ether sulphate (SLES) used as the main component in foaming agentsfor mechanized tunnelling. .
- Cegesti. (2013).

- Cepal . (Septiembre de 2016). Agenda 2030 en America Latina y el Caribe. Obtenido de Acerca de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: <https://agenda2030lac.org/en/about-2030-agenda-sustainable-development>
- Chong, N. S. (2017). Characterization of inhalable Particulate Matter in Ambient Air by Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive . Contaminacion por material particulado en Quito y caracterizacion quimic de las muestras, 1579.
- CIBSE. (2006). “Environmental Design: CIBSE Guide A”. Chartered Institution of Building .
- Codigo Organico del Ambiente. (12 de 04 de 2017). GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS. Quito: Ministerio del Ambiente. Obtenido de Gestion Integral de Residuos y Desechos Solidos no Peligrosos.
- Columbia, B. (2018). Ministry of Environment,Lands and Parks.
- Crnoja, A., Kersh, V., Popov, O., & Dovhulia, A. (2020). Laboratory Studies of the Heat-Insulating Properties of the Panels that Made of Recycled Rubber. Houston: Trans Tech Publications Ltd, Switzerland.
- Daniel Ocampo, C. (2013). Hacia la sostenibilidad . Obtenido de Jerarquizacion de la gestion integral de residuos solidos : http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_230_080413_es.pdf
- Decato TW, H. M. (2016). Physiology of an Elevated Single Breath Diffusing Capacity of Carbon Monoxide. Capacidad de difusión de monóxido de carbono, pautas para su interpretación, 20.
- Delgado, R. C. (2015). REVISION DEL ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA. QUITO: LEXIS.
- Departamento de salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey. (Octubre de 2016). Obtenido de HOJA INFORMATIVA SOBRE SUSTANCIAS PELIGROSAS: <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1560sp.pdf>
- Detectores forenses. (25 de Junio de 2021). Obtenido de 4 Monitor de gas para espacios confinados : <https://www.forensicsdetectors.com/blogs/articles/the-best-guide-to-4-gas-monitors>
- Erica. (2020). Aislamiento Térmico. Obtenido de Aislamiento Térmico: <http://www.eric.es/aislamiento-termico/>
- Espinoza, A. (2015). LOS PLASTICOS . Obtenido de Apuntes de los plasticos: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/jgoysiv/files/2014/03/3o-ESO-apuntes-de-PLaSTICOS.pdf>
- ETAPA- EP. (2023). Laboratorio de Samiamiento .

- FUNDACION NATURA. (2012). Potencial impacto de las industrias en el Ecuador . Quito.
- Galarza, J., & Santana, A. (2016). NORMAS AMBIENTALES Y COMPETIVIDAD EN LAS PYMES DEL SECTOR CURTIEMBRE DE AMBAATO - ECUADOR. Revista Digital de Medio Ambiente, 2.
- Gestion Integral de Desechos Solidos . (noviembre de 2017). Obtenido de Gestion Integral de Desechos Solidos : <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/5.PROYECTO-PNGIDS.pdf>
- Global.IE. (2021). Informe Global. Obtenido de Los 7 tipos de plasticos: Cuales evitar y usar poco: <https://informeglobal.com/tipos-de-plastico-y-su-clasificacion/>
- Gonzalez, M. C. (2011). CIG GABINETE TECNICO CONFEDERAL DE SAUDE LABORAL. Obtenido de Riesgo Quimico: <http://www.cigsaudelaboral.org/files/documentos/Riesgo%20qu%C3%ADmico%20Gu%C3%ADa%20b%C3%A1sica%20de%20informaci%C3%B3n%20y%20sensibilizaci%C3%B3n.pdf>
- Harrison, R. (2012). Particulate matter in the atmosphere; which particle properties are important for its effects on health . Contaminación por material particulado en Quito y caracterización química de las muestras.
- Herramientas Patagonicas. (12 de Julio de 2022). Patagonia tools. Obtenido de Detector Multigas Fornesics FD-4A Gases : <https://patagoniatools.com.ar/productos/refinerias-oil-gas/detectores-de-gas/detector-multigas-fornesics-fd-4a-4-gases/>
- Hidalgo, C. (2018). "ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN EL PÁRAMO ANDINO DE ECUADOR: MEJORA TÉRMICA - ENERGÉTICA DE MATERIALES COMO ENVOLVENTE EN LA VIVIENDA SOCIAL". Cuenca: Universidad de Cuenca.
- HOLCIM ECUADOR RECONOCIDA COMO EMPRESA ECO-EFICIENTE POR EL MINISTERIO DEL AMBIENTE. (s.f.). Obtenido de <https://www.holcim.com.ec/holcim-ecuador-reconocida-como-empresa-eco-eficiente-por-el-ministerio-del-ambiente>
- Hughes JMB, B. (2015). The centenary of the transfer factor for carbon monoxide . Capacidad de difusión de monóxido de carbono, pautas para su interpretación.
- Imagia Global. (14 de Junio de 2022). Obtenido de Tipos de resinas plasticas. Usos y aplicaciones: <https://imagiaglobal.com/tipos-de-resinas-plasticas/>
- INEN, I. (2014). Materiales y Productos para la Edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Infinita Industrial. (14 de Mayo de 2021). Obtenido de Materiales plasticos: Tipo, composicion y usos: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-plasticos-tipos-composicion-usos/>

- Instrumentacion PIS. (24 de Junio de 2023). Medidor de ozono AQ-300. Obtenido de Instrumentos PCE: https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/medidor-de-ozono-aeroqual-medidor-de-ozono-aq-300-det_3512539.htm
- Instrumentacion PIS. (24 de Junio de 2023). Medidor de ozono AQ-300. Obtenido de Instrumentos PCE: https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/medidor-de-ozono-aeroqual-medidor-de-ozono-aq-300-det_3512539.htm
- Interempresas. (17 de Diciembre de 2020). Obtenido de Problemas de olor en envases plasticos: causas y soluciones: <https://www.interempresas.net/Envase/Articulos/321470-Problemas-de-olor-en-envases-plasticos-causas-y-soluciones.html>
- iTeCons. (2012). Test Report HIG 363/12 Determination of Thermal Resistance. Coimbra, Portugal: Instituto de Investigação e Desenvolvimento em Ciências da.
- J.Espinoza. (2015). Degradacion de los plasticos reciclados.
- J.M.Arandes, J. (2016). Hormigones aligerados con plasticos reciclados. Lopez.
- Jhon Diego Bolaños, G. C. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre. Scielo.SA. Obtenido de Lacontaminacion Ambiental en Mexico: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>
- Kader, M. A., Abdel-wehab, S., Helal, M., & Hassan, H. (2011). Evaluation of thermal insulation and mechanical properties of waste rubber/natural rubber composite. Cairo: Housing and Building National Research Center .
- (2021). Ley Organica de Economia Circular Inclusiva. Julio: Ministerio del Ambiente.
- (2021). Ley Organica de Economia Circular Inclusiva. Julio: Ministerio del Ambiente.
- Ley Organica de Economia Circular Inclusiva. (Julio de 2021). Institucionalidad. Quito: Asamblea Nacional.
- Libro blanco de Economia Circular. (22 de Diciembre de 2021). Quito: ministerio del ambiente. Obtenido de Lisrado Nacional de las Sustancias Quimicas Peligrosas.
- (2021). Libro Blanco de Economia Circular. QUITO: Ministerio del ambiente.
- Libro Blanco de Economia Circular. (2021). Informe final de la consultoría para la Fase I del libro Blanco de la Economia Circular. QUITO: Ministerio del ambiente.
- M., L. (2015). Health effects of ozone, a critical review. El ozono y sus aplicaciones.
- Mancuerna. (2018). Implantación de un sistema de control y seguimiento del Plan Hidrológico del Júcar.
- MangadoE., O. (2012). Abordaje farmacologico de las toxicidades . 277.
- Maps, G. (s.f.).

- Martinez, A. (noviembre de 2010). MATERIALES DE USO TECNICO: LOS PLASTICOS. Obtenido de https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rgalman/files/2015/05/30_Plasticos_2.pdf
- Mercurio. (14 de Junio de 2023). Cantidad de basura ha bajado en Cuenca. Obtenido de <https://elmercurio.com.ec/2020/04/19/cantidad-de-basura-ha-bajado-en-cuenca/>
- Miguel Rivas, O. G. (10 de Marzo de 2021). Heinrich boll stiftung. Obtenido de Impacto de la contaminacion por plasticos en la biodiversidad y patrimonio biocultural de Mexico : <https://mx.boell.org/es/2021/03/10/impacto-de-la-contaminacion-por-plasticos-en-la-biodiversidad-y-patrimonio-biocultural>
- Miller, P. (15 de Noviembre de 2018). UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA. Obtenido de Factibilidad economica para la fabricacion de bloques con agregados de [plastico reciclado: https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b7d5ff9a-9471-49b4-9733-b5467c1485ae/contenthttps://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b7d5ff9a-9471-49b4-9733-b5467c1485ae/contenthttps://repository.ucatolica.edu.co/serve](https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b7d5ff9a-9471-49b4-9733-b5467c1485ae/contenthttps://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b7d5ff9a-9471-49b4-9733-b5467c1485ae/contenthttps://repository.ucatolica.edu.co/serve)
- Ministerio del Ambiente. (3 de 12 de 2019). Obtenido de Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS): <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/5.PROYECTO-PNGIDS.pdf>
- Mora, J. (2018). PLASTICOS NO REUTILIZABLES O DE UN SOLO USO. Lima.
- Narnol. (2020). ARMAFLEX/ A-KAUCZUK - Aislante térmico. Obtenido de [ARMAFLEX/ A-KAUCZUK - Aislante térmico: https://www.archiexpo.es/prod/alnor-systemy-wentylacji-sp-z-oo/product-164863-2190549.html](https://www.archiexpo.es/prod/alnor-systemy-wentylacji-sp-z-oo/product-164863-2190549.html)
- Nelson Montoya., M. (2018). Dioxinas un nuevo reto para la industria de alimentos.
- Nogués, F., & Herrer, J. (Abril de 2002). Fundación CIRCE. Obtenido de CICLO ENERGÍAS RENOVABLES JORNADAS DE BIOMASA: http://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1234281334_Gralidades_biomasa.pdf
- Nrmca. (2017). National Ready Mixed Concrete Association,. Obtenido de El Concreto en la Practica ¿Qué, Por qué y cómo?: <https://www.crmca.com/wp-content/uploads/2016/08/CIP-35-Spanish.pdf>
- ONU. (2019). PNUMA, <https://www.un.org/es/about-us/un-and-sustainability>.
- ONU. (2019). Obtenido de Que es la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: <https://www.gob.mx/inafed/articulos/que-es-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible>
- ONU. (11 de Octubre de 2021). Obtenido de El uso exagerado del plastico.

- Pablo Ramos, E. P. (15 de Marzo de 2023). Propiedades mecánicas de plásticos y neumáticos reciclados. Obtenido de Investigarmqr: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/254/1015>
- Pilinis, C. (2016). Continued development of a general equilibrium model for inorganic multicomponent atmospheric aerosols. Contaminación por material particulado en Quito y caracterización química de las muestras, 21.
- PNUMA. (2020). Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos. Toxicología de las dioxinas y su impacto en la salud humana.
- Polimeros Te. (24 de Abril de 2017). POLIMEROS termofijos. Obtenido de <https://todoenpolimeros.com/tipos-de-polimeros/>
- Primicias, Sociedad. (14 de Junio de 2023). RECICLAJE DE DESECHOS, UNA TAREA PENDIENTE EN GUAYAQUIL. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/reciclaje-tarea-pendiente-guayaquil/#:~:text=Cuando%20la%20basura%20cuesta&text=Adem%C3%A1s%20Guayaquil%20es%20la%20ciudad,menos%20100%20toneladas%20al%20d%C3%ADa.>
- propias, E. (2023).
- Rahimi, A. (2017). Chemical recycling of waste plastics for new materials production.
- RCOA. (2019). REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Roller., C. (2015). Contaminación de los gases por ozono. El ozono y sus aplicaciones.
- Royer S, F. S. (1 de Agosto de 2018). PLOS ONE. Obtenido de Producción de metano y etileno a partir de plástico en el medio ambiente.: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574>
- Royer S.J, F. S. (2018). Production of methane and ethylene from plastic in the environment .
- Saenz. (2018). Recolección de botellas plásticas y retorno.
- Sorgato, V. (2016). El Comercio. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/sociedad/llantas-desecho-reciclaje-contaminacion-medioambiente.html>
- Spg pack. (22 de Julio de 2022). Obtenido de Cuales son y para que sirven los códigos de identificación de los plásticos: <https://www.spg-pack.com/blog/codigos-identificacion-plasticos/>
- Tejedor, A. S. (2017). Química Orgánica Industrial. Obtenido de Lubricantes: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-13.php>
- Tena, A. F. (Febrero de 2017). Instituto Nacional de Silicosis. Obtenido de Depósito pulmonar de partículas inhaladas: <https://www.archbronconeumol.org/es-deposito-pulmonar-particulas-inhaladas-articulo-S0300289612000646>

Tindale, A. (2014). "DesignBuilder software". Gloucestershire UK.

Transporte Inteligente. (2017). Intelligent Transport. Obtenido de Bristol obtiene el primer autobús de biogás impulsado por comida podrida: <https://www.intelligenttransport.com/transport-news/24670/bristol-first-bio-gas-bus/>

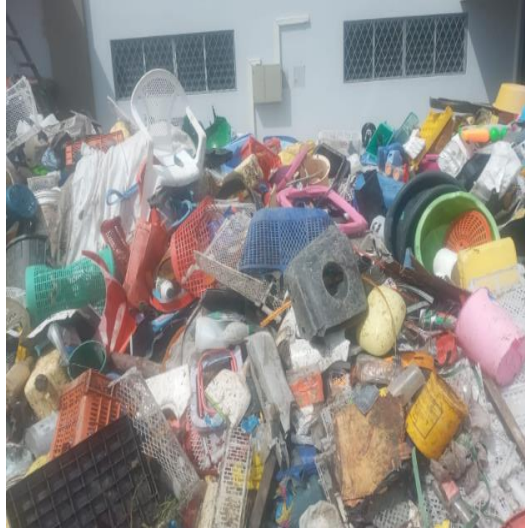
Verbruggen, M., Does, L., Noordermeer, J., Duin, M., & Manuel, H. (1999). Mechanisms involved in the recycling of NR. Rubber Chem. Technol.

Waroonkun, T. (29 de November de 2017). The Development of a Concrete Block Containing PET Plastic Bottle.

Zambrano, N. (2017). Aprovechamiento y Clasificación de Residuos Plásticos para la elaboración de materia prima base. . Guayaquil.

ANEXOS

Anexo1: Vista de la zona de estudio



Anexo2: Mesclado de la muestra de estudio.





Anexo 3: Clasificación de los plásticos.





Anexo 4: Lavado de los plásticos.



Anexo 6: Toma de las muestras del agua.



Anexo 7: Resultados de los análisis de las muestras del agua.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES EN AGUA
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA
 CAROLINA, VENEZUELA

DE RESULTADOS
 FOLIO: 1 de 1
 ESTACIÓN DE MUESTREO:

PARÁMETRO UNIDAD RESULTADO LÍMITE DE REFERENCIA

PARÁMETRO	MUESTRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE DE REFERENCIA
PH	1		7.5	6.5 - 8.5
TEMPERATURA	1	°C	28.5	10 - 30
OPACIDAD	1	NTU	15	5
TURBIDIDAD	1	NTU	15	5
CONDUCTIVIDAD	1	µS/cm	150	100 - 200
PHOSFATO	1	mg/L	0.5	0.5
NITRATO	1	mg/L	15	10
NITRITO	1	mg/L	0.5	0.5
AMONIO	1	mg/L	0.5	0.5

ETAPA EP
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES EN AGUA
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA
 CAROLINA, VENEZUELA

Anexo 8: Cortado de los plásticos.





Anexo 9: Triturado del material.





Anexo10: Fundición del material.



AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros, **Marco Vinicio Cajamarca Parapi** portador de la cédula de ciudadanía N° **0302470950** y **Cinthy Karina Padilla Domínguez** portador de la cedula de ciudadanía N° **0106421563**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Construcción de elementos estructurales con plásticos reciclados: Evaluación de contaminantes durante la producción”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 24 de julio del 2023

F:



Marco Vinicio Cajamarca Parapi

0302470950

F:



Cinthy Karina Padilla Domínguez

0106421563