PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA PROVEEDORES DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

NATALIA RAQUEL CHACÓN RÍOS [1]
JULIANA PASTÁS GUERRERO[2]

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA AERONÁUTICA
MEDELLÍN
2021

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA PROVEEDORES DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

NATALIA RAQUEL CHACÓN RÍOS [1]
JULIANA PASTÁS GUERRERO[2]

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Aeronáutico

Director(es)
JUAN SEBASTIÁN GAVIRIA GARCÍA,
Ingeniero Aeronáutico Esp. en Pedagogía y Docencia

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA AERONÁUTICA
MEDELLÍN
2021

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

8 de septiembre de 2021

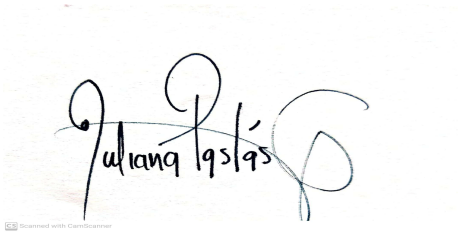
NATALIA RAQUEL CHACÓN RÍOS
JULIANA PASTÁS GUERRERO

"Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquier otra universidad".
Art. 92, parágrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma:



Firma:



Dedicatoria

Este trabajo de grado se lo dedicamos a Colombia, su biodiversidad y naturaleza, la cual esperamos cuidar y respetar con nuestro trabajo y nuestras acciones, También a la industria aeronáutica para promover su participación en el cuidado y preservación de los recursos naturales.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias cuyo apoyo ha sido fundamental a lo largo de nuestra vida académica y quienes nos han dado la fuerza y esperanza para seguir adelante.

Igualmente, un agradecimiento muy sincero a nuestro director de trabajo de grado Juan Sebastián Gaviria, por su apoyo, tiempo y colaboración en el desarrollo de este trabajo de grado.

Agradecemos también a nuestros compañeros Mateo Duarte, Cristian Ortega y Katiuska Gómez por su amistad, compañerismo, por su soporte y ánimo durante el desarrollo de nuestro trabajo.

Finalmente, a los talleres Industrial Aeronáutica S.A.S y SIALAS S.AS., por su amabilidad y hospitalidad durante las diferentes fases de desarrollo de nuestro trabajo de grado.

Resumen

En el desarrollo de este trabajo de grado se planteó realizar un diagnóstico del manejo integral de los residuos sólidos generados en las actividades propias de mantenimiento aeronáutico en dos talleres que funcionan en el aeropuerto Enrique Olaya Herrera de Medellín, uno dedicado al mantenimiento de aeronaves de uso comercial regular, que operan para una aerolínea local regional y el otro, dedicado al mantenimiento de aeronaves de aviación general, básicamente aviación privada o comercial no regular (charter). Todo esto con el fin de caracterizar dichos residuos sólidos de acuerdo con su tipología, cantidad y/o frecuencia de generación y acciones de manejo por parte del generador y, a partir de allí, proponer un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) para las organizaciones. Para su desarrollo, el trabajo se centró en una metodología de tres etapas, empezando con el estudio conceptual y teórico, pasando por un diagnóstico de los talleres aeronáuticos y finalizando con el planteamiento de la propuesta. Como conclusión, se identifica la importancia de procesos de manejo de residuos sólidos en empresas de mantenimiento aeronáutico para la determinación de oportunidades de mejora que aporten al desarrollo de actividades de mantenimiento más amigables con el medio ambiente y la posibilidad de incentivar acciones que posicionen a la industria aeronáutica como ejemplo de actividad económica ecológica y sostenible.

PALABRAS CLAVE:

Mantenimiento aeronáutico, impacto ambiental, residuos sólidos, manejo de residuos, PMIRS.

Abstract

In the development of this degree work, it's proposed to carry out an integral diagnosis of the management of solid waste generated in activities of aircraft maintenance of two aeronautical maintenance providers that operate at Enrique Olaya Herrera airport in Medellín, one dedicated to the maintenance of commercial aviation aircraft, which operates for a regional local airline and the other, dedicated to the maintenance of general aviation aircraft, basically private or non-regular commercial aviation (charter). The purpose of the study was to characterize said solid wastes according to type, quantity and/or frequency of generation and management actions by the generator and, from there, to propose an Integrated Solid Waste Management (ISWM) Plan for organizations. For its development, the work focused on a three-stage methodology, starting with the conceptual and theoretical study, going through a diagnosis of the aeronautical maintenance providers, and ending with the proposal approach. In conclusion, the importance of solid waste management processes in aeronautical maintenance companies is identified in the determination of improvement opportunities that contribute to the development of more environmentally friendly maintenance activities and the possibility of encouraging actions that position the aeronautical industry as an example of ecological and sustainable economic activity.

KEYWORDS:

Aeronautical maintenance, environmental impact, solid waste, waste management, ISWM Plan.

Contenido

Pág.

1. Introducción **20**

1.1. Problema 22

1.2. Justificación 23

2. Fundamentación del Proyecto **26**

2.1. Objetivos 26

2.1.1. General 26

2.1.2. Específicos 26

2.2. Metodología y Alcance 27

2.2.1. Etapa 1: Conceptualización Teórica 27

2.2.2. Etapa 2: Diagnóstico de los Talleres Aeronáuticos 29

2.2.3. Etapa 3: Planteamiento de Propuesta 30

3. Marco Referencial **31**

3.1. Marco Contextual 31

3.1.1. Residuo Sólido 31

3.1.2. Residuos Sólidos en el Mantenimiento Aeronáutico 32
3.1.3. Breve Reseña del Taller Industrial Aeronáutica S.A.S 33
3.1.4. Breve Reseña del Taller SIALAS S.A.S 34
3.1.5. Breve Reseña de Airplan S.A.S. 34
3.1.6. Breve Reseña del Área Metropolitana del Valle de Aburrá 34
3.2. Marco Conceptual 35
3.2.1. Definiciones Aplicables en la Gestión de Residuos 35
3.2.1.1. Definiciones de Residuos Sólidos, Desechos y Basura 35
3.2.1.2. Generador de Residuos 35
3.2.1.3. Gestor de Residuos 36
3.2.1.4. Recolector 37
3.2.1.5. Separación en la Fuente 38
3.2.1.6. Disposición Final de los Residuos 38
3.2.2. Aprovechamiento de Residuos 39
3.2.2.1. Principio de las 7 Rs de la Ecología 40
3.2.2.2. Compostaje 42
3.2.2.3. Lombricultura 42
3.2.2.4. Recuperación Energética 42
3.2.3. Propiedades Físicas de los Residuos 43
3.2.4. Propiedades Químicas de los Residuos Sólidos. 44
3.2.5. Mantenimiento Aeronáutico 44
3.2.5.1. Tipos de Servicios del Mantenimiento Aeronáutico 45

3.2.5.2. Consumibles Aeronáuticos 47

3.2.5.3. Reemplazables Aeronáuticos(Expendables) 47

3.2.6. Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) 47

3.3. Estado del Arte 47

3.3.1. Manejo de Residuos en la Industria Automotriz Renault SOFASA 50

3.3.2. Gestión Ambiental de la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC 51

3.3.3. Gestión Ambiental de la Fuerza Aérea Colombiana 52

3.3.4. Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos y Convencionales de Avianca . . 52

3.3.5. Plan Estratégico Aeronáutico 2030 de la Aeronáutica Civil 53

3.3.6. Acreditación en Gestión Ambiental del Aeropuerto El Dorado. 54

3.3.7. Sistema de Gestión Basura Cero en la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) . 55

3.4. Marco Legal 55

3.4.1. Legislación Vigente Residuos Sólidos No Peligrosos en Colombia 56

3.4.2. Legislación Aplicable a Residuos Sólidos Peligrosos en Colombia 56

3.4.3. Legislación Aplicable a Residuos Sólidos Especiales y pos consumo en Colombia . 59

4. Marco Teórico **61**

4.0.1. Clasificación de los Residuos sólidos según su peligrosidad 61

4.0.2. Definiciones Importantes según clasificación de residuos sólidos 62

4.0.2.1. Residuos No Peligrosos 62

4.0.2.2. Residuos Peligrosos 63

4.1. Clasificación de Residuos Sólidos no Peligrosos 63

4.1.0.1. Residuos Sólidos Aprovechables 63

4.1.0.2. Residuos Sólidos no Aprovechables 65

4.1.0.3. Residuos Sólidos Orgánicos Aprovechables 65

4.2. Clasificación de un Residuo Sólido Peligroso 67

4.3. Contenido de un Plan para el Manejo Integral de Residuos Sólidos PMIRS 68

5. Diagnóstico de las Empresas Estudiadas **70**

5.1. Observación 70

5.1.1. Industrial Aeronáutica S.A.S 70

5.1.1.1. Reunión de Contextualización y Recopilación de Información 71

5.1.1.2. Registro Fotográfico 74

5.1.2. SIALAS S.A.S 81

5.1.2.1. Entrevista al personal 106

5.1.3. Histórico de lubricantes y filtros 107

5.1.4. Histórico de Insumos Registro de Almacén de Herramientas y Partes 107

5.1.5. Operadora de Aeropuertos AIRPLAN 109

5.1.5.1. Programa Manejo Integral De Residuos Peligrosos (RESPEL) AIRPLAN S.A.S 111

5.1.5.2. Programa Manejo Integral De Residuos Sólidos No Peligrosos AIRPLAN S.A.S 111

5.1.5.3. Registro de identificación de residuos peligrosos y cobros a empresas que operen en el aeropuerto EOH 112

5.1.5.4. Aliados estratégicos para la recolección de residuos Aeropuerto EOH 113

5.1.5.5. Centro de acopio residuos 114

6. Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos **121**

6.1. Evaluación del diagnóstico Ambiental 121
6.1.1. Descripción de las Organizaciones 122
6.2. Creación de un grupo interno para la gestión ambiental 124
6.2.1. Prevención y minimización de los residuos 126
6.2.2. Generación de los residuos 127
6.2.3. Separación de los residuos 130
6.2.4. Almacenamiento de los residuos 131
6.2.5. Recolección y transporte de los residuos 137
6.2.6. Aprovechamiento y tratamiento de los residuos 139
6.2.7. Definición de objetivos y metas 140
6.2.8. Prevención y Minimización 140
6.2.9. Herramientas estratégicas 140
6.2.10. Conocimiento ambiental 142
6.3. Separación en la fuente 145
6.4. Recolección 146
6.5. Almacenamiento 148
6.6. Aprovechamiento, Tratamiento y/o Disposición Final 150
6.6.1. Aprovechamiento de los residuos aprovechables 151
6.6.2. Aprovechamiento de residuos peligrosos 151
6.7. Plan de contingencia 152
6.7.1. Amenazas consideradas para la formulación del plan de contingencia 153
6.7.2. Escenarios 153

6.7.3. Acciones de respuesta frente a posibles amenazas 153

6.8. Seguimiento 154

6.8.1. Indicador de gestión 154

6.8.2. Indicador de destinación 154

6.9. Anexos 155

7. Conclusiones **156**

BIBLIOGRAFÍA **158**

Listado de Figuras

Pág.

Figura 2.1: Mapa conceptual diseño metodológico 28

Figura 3.1: Ejemplos de Residuos sólidos generados en procesos de mantenimiento . . . 33

Figura 3.2: Procesos para el aprovechamiento de residuos [36][37] 39

Figura 4.1: Mapa conceptual clasificación residuos sólidos según su peligrosidad [70, 71] 62

Figura 4.2: Código de colores para manejo de residuos sólidos no peligrosos [74] 66

Figura 4.3: Clasificación de los residuos peligrosos según el CRETIBER [85] 68

Figura 5.1: Ubicación de centros de estudio en el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera . . 71

Figura 5.2: Registro de recolección de residuos comunes y reciclables no separados por parte del gestor municipal 103

Figura 5.3: Registro de tareas de mantenimiento 105

Figura 5.4: Registro de lubricantes y filtros 2016 y 2017 108

Figura 5.5: Registro de lubricantes y filtros 2019 y 2020 108

Figura 5.6: Registro de lubricantes y filtros 2021 109

Figura 5.7: Registro de almacén de herramientas y partes (2019- 2021) 109

Figura 5.8: Total registro de almacén por categorías 110

Figura 5.9: Registro residuos sólidos peligrosos entregados en el centro de acopio del aeropuerto EOH 113

Figura 6.1: Diagrama de Flujo para el Diagnóstico Ambiental de los proveedores de mantenimiento aeronáutico estudiados 122

Figura 6.2: Organigrama del grupo interno para la gestión ambiental 124

Figura 6.3: Historial general de residuos SIALAS S.A.S. 130

Figura 6.4: Propuesta de cronograma para la formación y educación de personal en el manejo de residuos sólidos 144

Figura 6.5: Puntos ecológicos 146

Figura 6.6: Resumen de incompatibilidades en el almacenamiento de residuos peligrosos [86] 150

Listado de Tablas

Pág.

Tabla 3.1: Especificación del Mantenimiento Programado 46

Tabla 5.1: Registro fotográfico de recipientes y canecas dentro del hangar 23 de Industrial Aeronáutica S.A.S 74

Tabla 5.2: Registro fotográfico de recipientes y canecas dentro del hangar 27 de Industrial Aeronáutica S.A.S 77

Tabla 5.3: Reconocimiento de las áreas de trabajo, almacenamiento, recolección de residuos de Taller aeronáutico SIALAS SAS 81

Tabla 5.4: Tipos de residuos generados por el Taller aeronáutico SIALAS S.A.S y documentación obligatoria en procesos de mantenimiento 90

Tabla 5.5: Recolección y entrega de residuos sólidos en el Taller aeronáutico SIALAS S.A.S 96

Tabla 5.6: Registro fotográfico de centro de acopio del Aeropuerto Enrique Olaya Herrera115

Tabla 6.1: Información Principal proveedores de mantenimiento aeronáutico estudiados 123

Tabla 6.2: Identificación de los residuos sólidos generados en las empresas 127

Tabla 6.3: Cumplimiento de los sitios de almacenamiento para residuos no peligrosos según el manual para el manejo integral de residuos en el Valle de Aburrá 131

Tabla 6.4: Cumplimiento de los sitios de almacenamiento para residuos peligrosos según el manual para el manejo integral de residuos en el Valle de Aburrá . . . 133

Tabla 6.5: Actividades inherentes al almacenamiento de residuos peligrosos según el manual para el manejo integral de residuos en el Valle de Aburrá 135

Tabla 6.6: Actividades inherentes a la recolección interna de residuos 138

Tabla 6.7: Actividades inherentes a la recolección y transporte externo de residuos . . . 138

Tabla 6.8: Objetivos planteados para propuesta PMIRS 141

Tabla 6.9: Metas planteadas para propuesta PMIRS 142

Nomenclatura

ABM: Abrasive Blasting Material (Material de Granallado Abrasivo).
AD: Airworthiness Directive (Directivas de aeronavegabilidad).
ALS: Aeronaves Categoría Liviana.
AMVA: Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
APU: Auxiliar Power Unit (Unidad Auxiliar de Poder).
EASA: European Union Aviation Safety Agency (Agencia Europea de Seguridad Aérea).
EOH: Enrique Olaya Herrera.
FAC: Fuerza Aérea Colombiana.
FAR: Federal Aviation Rules (Regulaciones Federales de Aviación).
FH: Flight Hours (Horas de Vuelo).
HSE: Health and Safety Executive.
IATA: International Air Transport Association (Asociación Internacional de Transporte Aéreo).
ICAO: International Civil Aviation Organization (Organización de Aviación Civil Internacional).
ISWM:Integrated Solid Waste Management.
LAR: Latinamerican Aeronautical Regulations (Reglamento Aeronáutico Latinoamericano).
MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
MME: Ministerio de Minas y Energía.
MRO: Maintenance Repair and Overhaul (Organización de mantenimiento y reparación).
NDT: Non-Destructive Test.
PDA: Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento.
PMA: Plan de Manejo Ambiental.
PMIRS: Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos.
RAC: Regulaciones Aéreas de Colombia.
RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
RCB: Residuos de construcción y demolición.

RCM: Reliability Center Maintenance (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).
RESPEL: Residuos Peligrosos.
RSD: Residuos Sólidos Domésticos.
RSE: Residuos Sólidos Especiales.
SIALAS SAS: Servicios Integrales Aeronáuticos.
RSM: Residuos Sólidos Municipales.
SB: Service Bulletin (Boletines de servicio).
SMS: Safety Management System.
SPI: Socity of the Plastics Industry.
SRM: Structural Repair Manual.
UAEAC: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

Capítulo 1

Introducción

Los residuos sólidos son un objeto en estado sólido el cual proviene de un proceso productivo, el cual después de su consumo aún posee un valor económico y puede ser aprovechado para su reincorporación en el ciclo productivo. A diferencia de este significado, el desecho o basura es una especie de subcategoría del residuo,definiéndose como residuo inservible, sin utilidad y que no puede utilizarse para el aprovechamiento [1].

La gestión de los residuos sólidos es un problema que concierne a todos los habitantes del planeta, debido a la afectación de la salud humana y el medio ambiente. La generación de residuos se da como resultado de las actividades humanas, el desarrollo económico y el crecimiento de la población. Según el Banco Mundial en su informe "What a Waste 2.0", basados en los últimos datos disponibles se estimó que la generación mundial de residuos del 2016 alcanzó los 2010 millones de toneladas, y al menos el 33 % de estos residuos no se maneja de forma apropiada. En este informe se proyectaba un crecimiento de la población, el desarrollo industrial y económico generarán un incremento del 70 % de los residuos a nivel mundial en los próximos 30 años [2].

Dentro de la industria aeronáutica, el mantenimiento es una de las actividades fundamentales que garantizan la seguridad del transporte aéreo, sin embargo, como cualquier actividad humana industrializada se generan residuos de todo tipo. La aeronave tiene una vida útil de 30 años en promedio, dependiendo del modelo, la cual cuenta con las siguientes etapas a lo largo de su vida útil:

- Diseño y fabricación: Dentro de esta fase se evalúan las necesidades de las compañías aéreas, así como el precio del combustible y la reducción de peso que se busca gracias a las

aleaciones y los materiales compuestos consiguiendo aumentar la resistencia estructural de la aeronave, garantizando que cumpla con la legislación vigente [3].

- Operación: En esta etapa se opera la aeronave para el fin que fue construida, haciendo énfasis en la seguridad de la misma, para lo cual se realizan programas de mantenimiento teniendo en cuenta el tipo de operación de la aeronave [3]. Durante esta fase, la aeronave no genera únicamente impacto ambiental a causa de la emisión de ruido y de gas de los motores sino también debido a las actividades de mantenimiento, donde se generan todo tipo de residuos como por ejemplo durante los procedimientos en el cambio de fluidos o lubricación proceso en el que generalmente se utilizan sustancias solventes, en dado caso que se presente una fuga de estos fluidos, generarían riesgos ambientales o riesgos para la salud, y por tanto están catalogados como residuos peligrosos. Otra práctica de mantenimiento es el recubrimiento o revestimiento, en este proceso la liberación de contaminantes peligrosos puede ser bastante alta, debido a los solventes utilizados. El desprendimiento de las capas de pintura y protección de la piel del fuselaje requiere el uso de productos agresivos como el cloruro de metileno y el fenol, también catalogados como residuos peligrosos y contaminantes [4]. Los acabados de metales, es otro proceso de mantenimiento que generan residuos de cianuro, fosfatos, ácidos y otros residuos pesados que pueden llegar a fuentes o vías subterráneas de agua. Los procesos de acabados de metales son usados en la preparación de la superficie de un componente para mejorar la adhesión entre piezas y mejorar la resistencia a la corrosión del material[4].
- Disposición final: En esta fase se evalúa el costo de operación y la confiabilidad de la aeronave, debido que puede resultar obsoleta por cuestiones tecnológicas o el impacto que puede causar sobre el medio ambiente su operación [3].

Considerando lo anterior, en este trabajo de grado se realizó la investigación, análisis y construcción de una propuesta de Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) enfocado en los residuos que se generan en las tareas de mantenimiento de los talleres aeronáuticos SIALAS S.A.S. e Industrial Aeronáutica S.A.S. Se realizaron visitas a estos talleres donde se documentaron tomas fotográficas, investigación sobre los diferentes procesos de clasificación de residuos, observación de los sistemas de distribución y entrega, entre otros. En primera instancia, el proceso inició con Industrial Aeronáutica S.A.S, pero debido a cambios internos a nivel administrativo no fue posible continuar con las visitas y recolección de datos con esta empresa, por consiguiente, la generación del PMIRS se centró principal en SIALAS S.A.S y una evaluación y planteamiento menos específico para Industrial Aeronáutica S.A.S. El desarrollo del proyecto permitió la identificación de oportunidades de mejora en los sistemas de control de residuos de los respectivos talleres aeronáuticos donde la implementación de nuevas estrategias para la gestión de residuos se convierten en un factor innovador y con visiones futuras sobre el cuidado del medio ambiente.

El trabajo se encuentra distribuido bajo una metodología de tres etapas que contempló un estudio contextual, conceptual, legal y del estado del arte acerca del desarrollo de un PMIRS, posteriormente se realizó un diagnóstico enfocado en dos talleres aeronáuticos ubicados en el aeropuerto Enrique Olaya Herrera de Medellín, para el diagnóstico de la generación y manejo de residuos sólidos. Finalmente, se genera la proposición de un PMIRS que permita una nueva transición de los talleres a un sistema fundamentado en el cuidado del medio ambiente y a su vez evolucionado respecto a las condiciones ambientales que traen consigo las próximas décadas.

1.1. PROBLEMA

La industria aeronáutica se compone de diferentes niveles integrados, que incluyen procesos desde el diseño, producción, operación y final de vida de una aeronave, el mantenimiento se encuentra incluido en el aspecto operacional, considerándose como una de las actividades más relevantes, debido a que se encarga de garantizar el correcto y continuo funcionamiento con altos estándares de seguridad en los componentes que hacen parte de una aeronave. Sin embargo, estas actividades son causantes de la generación de distintos residuos (peligrosos y no peligrosos) por conceptos como lo son: limpieza, cambio de partes, documentación de mantenimiento, reparación, inspecciones especiales como pruebas no destructivas (NDT), entre otros. Estos residuos son directamente relacionables con daños a la salud del personal o la contaminación del medio ambiente cuando no son manejados correctamente, además son normalmente identificados por sus características como su toxicidad, corrosividad, inflamabilidad, explosividad y radiactividad.

Actualmente, las políticas en el manejo de residuos sólidos mantienen regulaciones de control nacional, por ejemplo para el caso de Colombia, la constitución política atribuye la reglamentación de las actividades de salud pública para asegurar el bienestar de la población y del medio ambiente a la ley 9 de 1979, así mismo, decretos como el Decreto 838 DE 2005 establecen las normas bases que reglamentan el servicio de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. Es importante acotar que este tipo de normativas generalizan el control de residuos para todos los sectores que se encuentren en el país, por lo cual, no hay enfoques especializados que permitan mejorar el control y la eficiencia en casos distintivos como lo son los talleres aeronáuticos [5] [6]. Con respecto a entes regionales y municipales se tiene a el Área metropolitana del Valle de Aburrá como ente reguladora directa en el manejo de residuos sólidos, la cual se enfoca en promover la adecuada separación y fortalecer el aprovechamiento dentro del territorio, donde se localizan los talleres de mantenimiento estudiados, un documento importante donde se encuentran los objetivos, normatividad, proyectos y propuestas para el manejo de residuos

sólidos se encuentra en Actualización Del PGIRS Regional Del Área Metropolitana Del Valle De Aburrá 2017-2030, desde el cual se desprenden proyectos para el manejo de residuos como proyectos de construcción de instalaciones enfocadas en el aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos, programas municipales de manejo de residuos sólidos y programas de manejo integral de residuos sólidos en organizaciones [7].

Como consecuencia, los talleres de mantenimiento aeronáutico se encuentran bajo el planteamiento de nuevas perspectivas en el cuidado del medio ambiente, donde se identifica la importancia del diagnóstico en el manejo de residuos sólidos y la actualización de el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos de las empresas, factor que de no ser implementado fundamenta el incurrir en errores comunes o el desconocimiento en las actividades que involucran el control de los residuos sólidos, tanto peligrosos como no peligrosos, por esto mismo se plantea la pregunta problema ¿Cuáles son los tipos de residuos que se generan en los procesos típicos de mantenimiento aeronáutico en los talleres aeronáuticos estudiados, cómo es su manejo y qué debe mejorarse?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La historia de la humanidad ha sido caracterizada por su constante explotación de recursos naturales, siendo esto consecuente con la gran generación de todo tipo de residuos a nivel mundial como lo son los residuos sólidos, una variable que aumenta su cantidad diariamente. En un principio, la existencia de estos residuos eran controlados por un ciclo natural, sin embargo, la evolución del ser humano en contextos de ciencia, tecnología y el predominante sistema económico lineal actual han traído consigo todo tipo de actividades contaminantes y que demandan cada vez más el uso de recursos naturales y vierten al ambiente grandes cantidades de residuos[8]. Por otra parte, en conjunto a estos avances se han involucrado los factores demográficos que anualmente causan un crecimiento exponencial de todos los problemas ambientales existentes. Todo esto ha conllevado que los residuos que anteriormente podían ser fácilmente asimilados por la naturaleza se transformen en un nuevo obstáculo que debe afrontar la sociedad actual [9].

Algunas estadísticas del año 2018 han estimado que la región latinoamericana es causante de generar 1.09 kg/hab/día de residuos sólidos, lo que significa que una persona que vive en promedio 75 años produce a lo largo de su vida 17.2 toneladas de residuos. Aunque la cantidad tiene un significado relevante al momento de identificar sistemas de control de residuos, no es el

único inconveniente que rodea este núcleo ambiental, esto es debido principalmente a que otro de los factores fundamentales se da por medio de la calidad o composición de los residuos, la cual es casi completamente orgánica, parcialmente no biodegradable y con altos porcentajes de toxicidad [9].

Enfocando el espectro de análisis a una de las industrias con mayor grado de importancia a nivel mundial como lo es la aeronáutica y la aeroespacial, se encuentra que esta es una de las industrias que más contribuye a la contaminación ambiental desde diferentes aspectos. En primera instancia, de acuerdo con la aerolínea Qantas, la industria de la aviación mundial produce el 3.2 % de las emisiones de CO2 generadas por los humanos y la aviación es responsable del 12 % de emisiones de CO2 de todos los medios de transporte [10]. Como segunda parte, actividades como el mantenimiento son los principales causantes de daños al ambiente como lo es la destrucción de fuentes naturales de agua, envenenamiento de la vida silvestre, daño a los suelos, emisiones de material partículado y de gases tóxicos a la atmósfera, entre otras, especialmente si no se hace una adecuada gestión de los procesos. Algunos de los problemas que se pueden presentar en procesos tales como las operaciones de limpieza de las aeronaves son los residuos de solventes y químicos que utilizan, los cuales quedan impregnados en los elementos de limpieza desechables y en los mismos contenedores originales de los productos, y que pueden contener hidrocarburos aromáticos, metiletilcetona o solventes clorados. Estos productos constituyen peligros importantes como inflamabilidad o neurotoxicidad y puede contribuir al agotamiento de la capa de ozono [11].

Mencionado lo anterior, la razón principal de plantear estrategias de disminución del impacto ambiental dentro del mantenimiento aeronáutico de un taller en específico es el aportar un pensamiento ecológico y sostenible en el personal que desarrolla esta actividad, incentivando a mejorar prácticas y procesos que disminuyan el nivel de contaminantes expulsados al ambiente, tomando en cuenta la legislación existente y cuidando la confiabilidad que el sector aeronáutico se esfuerza en preservar. Otro aspecto que se deriva de la gestión de la sostenibilidad ambiental en el mantenimiento aeronáutico es la reducción de residuos en los rellenos sanitarios. A nivel nacional, la alta generación de residuos, el mal manejo en la separación de las basuras y el bajo aprovechamiento de los reciclables son algunos de los problemas que se afrontan en el tratamiento de basuras. Al año, Colombia produce más de 11.3 millones de toneladas de residuos, sin embargo, el índice de aprovechamiento es apenas de 1.8 %. A esto se le suma que en algunas ciudades del país como es el caso de Bogotá, se vive una situación crítica debido al agotamiento de la capacidad de almacenamiento de los rellenos sanitarios [12].

Tomando en cuenta esto y relacionándolo con los talleres de mantenimiento aeronáutico, se pueden determinar que en este entorno se producen diferentes tipos de residuos, en este caso los principalmente derivados por las actividades de mantenimiento, y que contribuyen de distintas maneras al impacto ambiental. Por esto, el estudio a detalle de la situación procura identificar oportunidades de mejora en el tratamiento de los residuos sólidos y elaborar una propuesta de PMIRS que pueda ser aplicable a este tipo de organizaciones.

Capítulo 2

Fundamentación del Proyecto

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. GENERAL

Proponer el plan de manejo integral de los residuos sólidos de las áreas de mantenimiento a partir del diagnóstico en el taller Aeronáutico SIALAS.

2.1.2. ESPECÍFICOS

- Conocer los servicios de mantenimiento realizados por el taller de mantenimiento aeronáutico partiendo de datos históricos, actuales y de proyecciones a futuro, con el fin de enmarcar el estudio de generación y manejo de los residuos al interior de la organización.
- Caracterizar por tipología, frecuencia y cantidades de generación los residuos sólidos generados por el taller en sus actividades de mantenimiento y para las necesidades de manejo de dichos residuos.
- Proponer acciones de manejo y disposición de residuos sólidos en la organización identificando oportunidades de cambio y mejora.

2.2. METODOLOGÍA Y ALCANCE

Para el desarrollo de este trabajo de grado, se utilizó un método exploratorio (cualitativo), este método se basa en la búsqueda de referencias bibliográficas, en los criterios de expertos y en la observación del espacio de trabajo que se desea analizar. En el caso del mantenimiento aeronáutico se encuentran documentos que explican los daños que causan algunas de sus prácticas en el ambiente, pero se torna difícil encontrar datos cuantitativos que permitan llevar indicadores del impacto ambiental en términos estadísticos, en especial en lo referente a la generación de residuos sólidos en las actividades de mantenimiento aeronáutico. Además, es un método adecuado para conocer los retos a los que se enfrenta la industria frente a la afectación ambiental.

Acorde con el cumplimiento de los objetivos planteados, en la Figura 2.1 se realizó un diagrama metodológico donde se encuentran las etapas de ejecución durante el proyecto, con diferentes acciones y herramientas. Este diagrama incluye una constante retroalimentación bajo los marcos teóricos, marcos de referencia, estado del arte y diferentes procesos realizados durante la propuesta del plan de manejo integral de residuos sólidos.

2.2.1. ETAPA 1: CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA

Como punto de partida, es requerimiento fundamental realizar una revisión sistemática y exhaustiva del marco teórico, legal y estado del arte donde se relacionen las principales investigaciones, avances e innovaciones enfocados en el manejo integral de residuos sólidos a nivel mundial.

Para dar cumplimiento a esto, se hizo uso de herramientas online oficiales y bases de datos como ResearchGate, ScienceDirect, Scopus, entre otros. De igual manera, fuentes de información estatales para la consulta de normativas como Aeronáutica Civil de Colombia, LAR, FAA, EASA, IATA, MAVDT, AMVA, entre otras. Además, información del centro de mantenimiento en cuestión como las bases de datos, los manuales o documentos relacionados con el manejo de residuos, la capacitación para formar al personal en cuanto a este tema y datos tomados de conversaciones con personal, tanto técnico como administrativo, de las compañías visitadas para efectos de este proyecto.

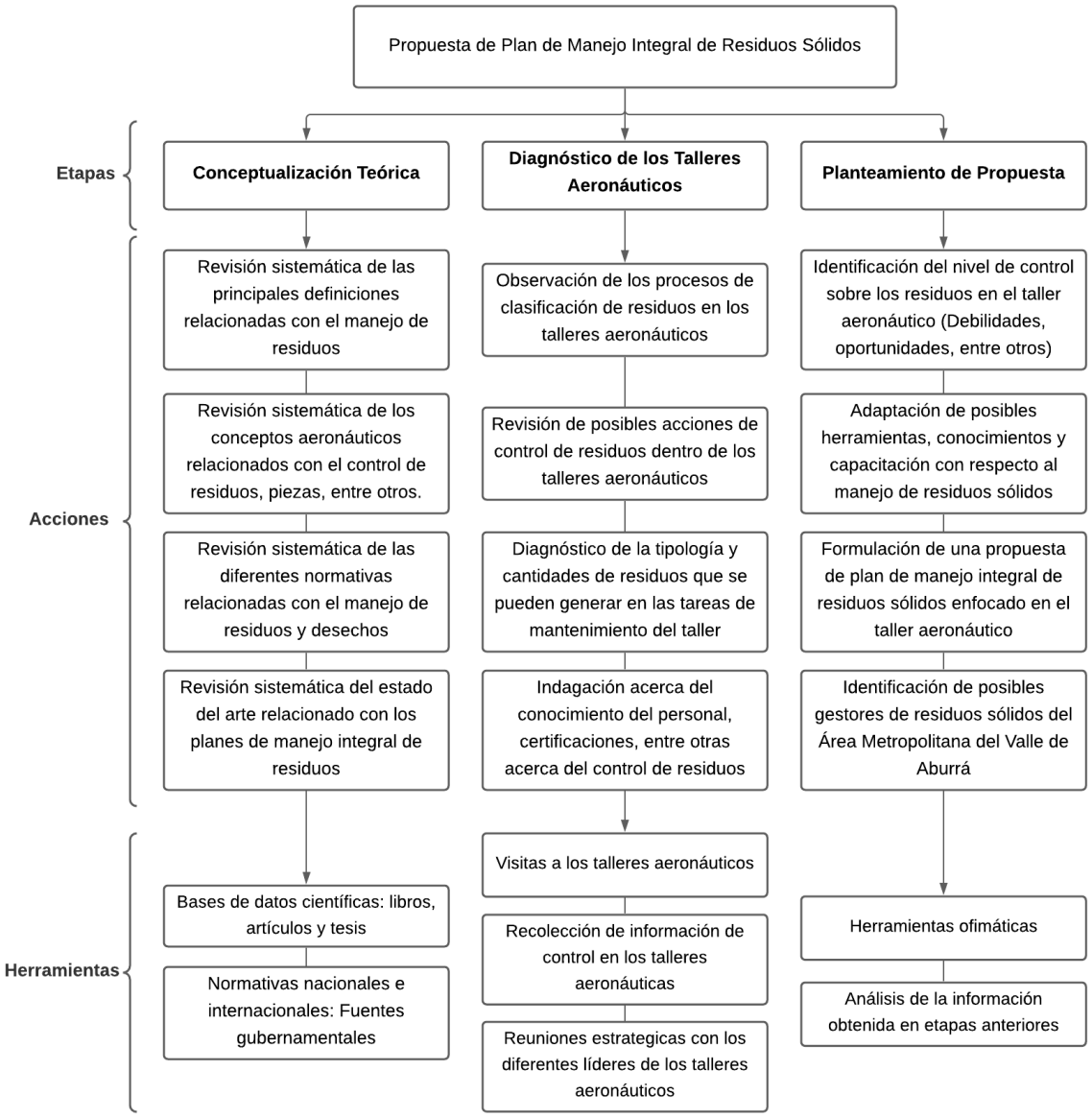


Figura 2.1: Mapa conceptual diseño metodológico

2.2.2. ETAPA 2: DIAGNÓSTICO DE LOS TALLERES AERONÁUTICOS

Para dar inicio a un estudio enfocado en los talleres aeronáuticos se realizaron una serie de visitas a los hangares de las empresas proveedoras de mantenimiento en el aeropuerto Enrique Olaya Herrera de Medellín: Industrial aeronáutica S.A. y Servicios Integrales Aeronáuticos S.A.S (SIALAS). Durante estas visitas se realizaron tomas fotográficas, investigación sobre los diferentes procesos de clasificación de residuos, observación de los sistemas de distribución y entrega, entre otros. En primera instancia, se inició el proceso con Industrial Aeronáutica S.A. pero debido a cambios internos a nivel administrativo, no fue posible continuar con las visitas y recolección de datos con esta empresa, por consiguiente, el trabajo se concentró en SIALAS S.A.S. quien abrió las puertas con gran interés por el proyecto.

En las observaciones en campo se realizó reconocimiento de los procesos típicos de mantenimiento que se llevan a cabo, entrevistar personal de mantenimiento y administrativo, tomando en cuenta sus opiniones con respecto al tratamiento de los procesos que manejan y las acciones tomadas en relación con la generación y manejo de residuos sólidos, todo esto para poder generar un análisis y solución en el planteamiento de las estrategias de disminución del impacto ambiental en la etapa 3.

Algunas de las principales tareas se encuentran descritas a continuación.

- Procesos de fotografía: Se estipularon tomas de fotografías a los componentes más importantes para el desarrollo del trabajo de grado como el tipo de recipientes que utilizan, las diferentes señalizaciones de identificación, tipos de productos utilizados, empaques utilizados, productos de limpieza, papelería, entre otras.
- Procesos de almacenamiento: Se tomaron notas escritas sobre los procesos de almacenamiento de equipos, residuos, además se buscó realizar preguntas a los entes encargados sobre el cómo mantienen un control sobre estos.
- Procesos de certificación: Se consultó acerca de los diferentes mecanismos que tiene la empresa para capacitar a sus empleados acerca del control de residuos.
- Procesos de entrevista: En este proceso se consultó con los diferentes implicados en el mantenimiento sobre las prácticas de manejo de residuos sólidos con el fin de reconocer debilidades o fortalezas desde la práctica.
- Procesos de toma de datos: Mediante la indagación se recopiló datos referentes a registros históricos de almacén, de la entrada y salida de partes y productos utilizados en el mantenimiento aeronáutico.

2.2.3. ETAPA 3: PLANTEAMIENTO DE PROPUESTA

Finalmente, se procedió a relacionar los elementos obtenidos en las dos etapas anteriores con el propósito de determinar los posibles cambios que se puedan realizar dentro del taller de SIALAS. A partir de allí se elaboró una propuesta de PMIRS para el taller, en donde se presentan posibles gestores de residuos sólidos en el área metropolitana del valle de aburrá, la creación de un grupo de gestión ambiental, diagramas de flujo sobre la disposición de residuos sólidos, entre otras propuestas concernientes a un PMIRS.

Capítulo 3

Marco Referencial

3.1. MARCO CONTEXTUAL

3.1.1. RESIDUO SÓLIDO

Los residuos sólidos se definen como cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentre en estado sólido o semi-sólido, de igual forma aquellos líquidos o gases que se encuentran en recipientes que ya fueron descartados para su uso por el consumidor o debido a la legislación o normatividad vigente [13].

Otra interpretación acertada se encuentra en el decreto 1076 de 2015, la cual define que un residuo es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semi-sólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula [14].

Los conceptos mencionados anteriormente, han sido las últimas actualizaciones del intento de definición de residuo sólido en el ámbito legal, según Carolina Montes abogada especialista en Derecho del Medio Ambiente, el concepto legal no ha logrado tener la claridad necesaria, lo cual ha generado confusiones y ha dificultado la posibilidad de implementar un sistema de gestión integral guiado al aprovechamiento [1].

En consecuencia, la gestión integral de los residuos sólidos se ve limitada debido a la ausencia de una definición acertada, principalmente por la falta de diferenciación entre los conceptos

de residuo y desecho. Los residuos son elementos que pueden ser aprovechados después de su uso y desecho son aquellos que no pueden ser utilizados nuevamente (No aprovechables). Las consecuencias de una definición incompleta y poco precisa ocasiona que varios residuos sean catalogados como desechos, eliminando su potencial de aprovechamiento [1].

3.1.2. RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

En cuanto a los residuos que se pueden generar durante el desarrollo de las actividades de mantenimiento aeronáutico, se pueden establecer dos categorías principales de tipos de residuos, los residuos peligrosos y no peligrosos [15]. Los residuos peligrosos son sustancias que, por su cantidad, concentración, características físicas o químicas pueden causar una enfermedad grave o puede ser un peligro para la salud o el medio ambiente si no se trata de manera adecuada. Corrosividad, inflamabilidad, toxicidad y explosividad son las principales características de los residuos peligrosos [15].

Los residuos no peligrosos son todos los residuos no catalogados como peligrosos, estos pueden ser: papel, plásticos, residuos orgánicos, entre otros. Estos residuos pueden tener graves repercusiones ambientales si no se tratan de manera adecuada [15].

En el mantenimiento aeronáutico, se generan normalmente los dos tipos de residuos y el manejo de estos debe ser de especial cuidado, debido a la gran cantidad de lubricantes, solventes, pinturas, imprimadores, sellantes y adhesivos usados durante estos procedimientos que, como ya se mencionó puede generar impacto negativo, tanto ambiental como en la salud de las personas y otros seres vivos [15].

Algunos ejemplos de tareas de mantenimiento aeronáutico que generan residuos peligrosos son el decapado, repintado, tratamiento de superficies, cambio de fluidos hidráulicos, algunas inspecciones no destructivas, reparación, limpieza, control de corrosión, reabastecimiento de combustible, entre otras [16].

Algunos de los residuos sólidos peligrosos que se generan en estas tareas de mantenimiento, en su mayoría son contenedores, telas, papel impregnados con sustancias líquidas o semi líquidas como, solventes, limpiadores, desengrasantes, fluidos hidráulicos, pintura y sellantes, los cuales contienen químicos tóxicos, por ejemplo, cloruro de metileno, fenol hidrocarburos aromáticos (xileno), metiletilcetona (MEK), cloro etileno y cloruro de metileno[16]. En la Figura 3.1 se encuentran ejemplos de Residuos sólidos generados en procesos de mantenimiento.



(a) Filtros de Aceite



(b) Papel impregnado de aceite



(c) Empaques de partes y productos



(d) Recipientes de lubricante

Figura 3.1: Ejemplos de Residuos sólidos generados en procesos de mantenimiento

3.1.3. BREVE RESEÑA DEL TALLER INDUSTRIAL AERONÁUTICA S.A.S

El Taller Industrial Aeronáutica S.A está ubicado en en los Hangares del Aeropuerto Enrique Olaya Herrera en la ciudad de Medellín. Actualmente presta el servicio de mantenimiento en los hangares 23 y 27 a aeronaves de operación comercial regular de tipo regional como el ATR 42-320, ATR 42 500 y 600, con capacidad para unos 50 pasajeros. En sus picos más altos de servicio este taller ha prestado servicios de mantenimiento a aeronaves como el C-90, Cirrus SR22, y algunas aeronaves pertenecientes a la flota de la Policía Nacional de Colombia y es

el responsable de los servicios de mantenimiento en Medellín de la aerolínea EasyFly. Realiza servicios denominados en la industria aeronáutica como mantenimiento mayor y servicios tipo A y Cm, que se diferencian por el alcance (cantidad de tareas y por tanto la duración del servicio), siendo el servicio más corto y sencillo el de tipo A..

3.1.4. BREVE RESEÑA DEL TALLER SIALAS S.A.S

El taller Servicios Integrales Aeronáuticos (SIALAS S.A.S) tiene como centro de operaciones el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera en el Hangar 83. Es un proveedor de mantenimiento aeronáutico en servicios de mantenimiento clase 1 y con categoría de estructuras de aeronaves clase 1.

Actualmente, presta servicio a aeronaves Piper PA-34 Seneca y sus variantes 200, 220, 220T, Piper PA-31-350 Navajo, CessnaT303, 182 (Skylane), 185 (Skywagon), 206, 402, 340 y 208(Caravan), que son aeronaves pequeñas de operación comúnmente no regular (chárter o privadas).

Su objeto social es la prestación de todos los servicios técnicos, de asesoría y comercialización inherentes al sector aeronáutico y demás sectores afines a nivel nacional e internacional. la prestación de servicios de consultoría dirigidas hacia el sector aeronáutico y a la industria relacionada con este.

3.1.5. BREVE RESEÑA DE AIRPLAN S.A.S.

Es la empresa encargada de operar 6 aeropuertos en Colombia, entre ellos el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera, y cuyo objetivo es la administración, operación, explotación comercial, adecuación y mantenimiento de las terminales aéreas que administra.

3.1.6. BREVE RESEÑA DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

Es la entidad que asocia a los 10 municipios que conforman el valle de Aburrá: Medellín, Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Itagüí, Sabaneta, Envigado, La Estrella y Caldas, sobre los cuales actúa como autoridad de transporte público metropolitano y autoridad ambiental urbana. Otras funciones también son las de planificador territorial y articulador en temas de seguridad y convivencia [17].

3.2. MARCO CONCEPTUAL

3.2.1. DEFINICIONES APLICABLES EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

3.2.1.1. Definiciones de Residuos Sólidos, Desechos y Basura

Retomando lo presentado en el numeral 3.1.1, la definición técnica de residuo sólido según Montes, es expuesta como "Aquel objeto, material o sustancia en estado sólido proveniente de un proceso productivo, del consumo o uso de un bien o de la prestación de un servicio, que su generador descarta o entrega en condiciones de ser gestionado separadamente de los desechos, porque conserva un valor económico o de reuso y por lo tanto puede ser reincorporado a un proceso productivo similar o diferente a la actividad generadora". Con esta definición la autora de estudio intenta acercarse a una definición más acertada y clara para poder realizar una gestión adecuada a los residuos sólidos en Colombia. [1].

A diferencia de este concepto, el desecho y basura son una especie de subcategoría del residuo, definiéndose como residuo inservible, sin utilidad y que no puede utilizarse para el aprovechamiento, pero cada uno de estos difiere de quien considere su falta de valor, con respecto al desecho, es aquel que no tiene valor para quien lo genera y la basura no tiene valor ni utilidad para nadie. Estos normalmente finalizan su ciclo de una forma poco sustentable para el planeta en los vertederos o instalaciones de incineración[1].

3.2.1.2. Generador de Residuos

Según el Decreto 1077 de 2015, existen tres tipos de generadores de residuos sólidos: generadores o productores, grandes generadores o productores y pequeños generadores o productores [18].

- Generadores o productores: Se define como un usuario del servicio público de aseo, debido a que produce y presenta los residuos solidos al servicio de recolección y tratamiento de aseo municipal [18].
- Grandes generadores o productores: Son aquellos usuarios no residenciales que producen una cantidad de residuos sólidos mayor o igual a un metro cúbico mensual [18].
- Pequeños generadores o productores: Son usuarios no residenciales que producen una cantidad de residuos sólidos de volumen menos a un metro cúbico mensual [18].

3.2.1.3. Gestor de Residuos

Las responsabilidades del gestor son la planeación, implementación ejecución de planes para el manejo de los servicios de saneamiento y agua del departamento. Algunos gestores pueden ser empresas que presten servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, que pueda estar vinculado a el municipio o departamento donde ejercen [18].

Los gestores deben tener básicamente los siguientes factores para realizar sus servicios [18]:

- Aseguramiento de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico.
- Gestión social .
- Infraestructura, ambiental, gestión del riesgo.
- Planeación.
- Jurídica.
- Administrativa.
- Financiera.

A continuación se listan las funciones del Gestor de Residuos [18]:

- Desarrollar las acciones necesarias para alcanzar el cumplimiento de los objetivos de la política del sector de agua potable y saneamiento básico.
- Gestionar a nivel departamental el acceso sostenible a agua potable y saneamiento básico en la zona urbana y rural.
- Coordinar las acciones de los participantes en el proceso de vinculación de los municipios y distritos, autoridades ambientales y demás participantes de los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA).
- Ejercer la Secretaría Técnica del Comité Directivo de la siguiente forma: convocando con anticipación a las sesiones de los Comités, elaborando actas de cada una de las sesiones y mantener el archivo de dichas actas.
- Elaborar y pactar con el departamento las propuestas de los instrumentos de planeación y sus modificaciones.
- Dar cumplimiento al contenido de los instrumentos de planeación aprobados por el Comité Directivo.
- Promover, monitorear, apoyar e informar las acciones necesarias para apoyar a los municipios y distritos en su competencia de asegurar la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico, con asistencia administrativa, financiera, comercial, técnica, operativa, social y jurídica.
- Dar las instrucciones necesarias al instrumento para el manejo de recursos para que realice los pagos necesarios para la ejecución de los PDA.

- Gestionar e implementar directamente o en conjunto con los participantes, alternativas de financiación de los PDA.
- Estructurar e implementar instrumentos financieros para el sostenimiento de recursos, o gestionar y tomar créditos para la ejecución e implementación de los PDA.
- Apoyar al departamento en la planeación y priorización de inversiones del sector agua potable y saneamiento básico.
- Adelantar procesos de contratación con cargo a los recursos de los PDA una vez los proyectos hayan sido viabilizados.
- Preparar, convocar y desarrollar audiencias públicas de rendición de cuentas para el seguimiento a los avances de los (PDA) y dar informe requerido por los órganos de control.
- Remitir informes al Comité Directivo y al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, sobre la ejecución de los instrumentos de planeación como el informe de cada municipio e informe bimestral del PDA.
- Reportar y mantener actualizado el diagnóstico técnico base en el sistema de información que facilite el seguimiento a los PDA.
- Recopilar, consolidar y reportar información sobre las inversiones del sector en agua potable y saneamiento básico y resultados del PDA.

3.2.1.4. Recolector

Normalmente el recolector según el decreto 2981 de 2013 se refiere a un vehículo utilizado para la recolección de los residuos sólidos, realizando recorrido desde los lugares generadores de los residuos hasta el lugar donde se encargan de la clasificación, aprovechamiento o disposición final [18].

Para poder realizar actividades de recolección los requisitos principales son los listados a continuación [18]:

- Proveer un almacenamiento seguro de los residuos para prevenir esparcimientos indeseados en la vía pública, al igual deberá cumplir con aspectos que minimicen el impacto ambienta como la contaminación sonora.
- Contar con los equipos y herramientas que garanticen la reparación en caso de avería del vehículo para que la actividad no se vea interrumpida por fallas mecánicas.
- Evitar riesgos a la salud pública realizando una buena gestión de los residuos tanto aprovechables como no aprovechables.
- Disponer de suficientes contenedores para almacenar los residuos y evitar exceder el límite de espacio previsto según los horarios, cantidad de residuos y frecuencia del servicio.
- El compactado de los residuos se debe realizar en zonas apartadas para disminuir la con-

taminación auditiva en zonas residenciales.

- Capacitar al personal conforme a la normatividad vigente sobre salud ocupacional y dotarlo de elementos de protección y material de trabajo.
- Los líquidos o lixiviados que resulten del proceso de recolección deberán ser llevados al lugar de disposición final para su correcto tratamiento.

3.2.1.5. Separación en la Fuente

La separación en la fuente es un proceso con el cual se pueden obtener una recuperación de residuos de mejor calidad, es una actividad previa a los procesos de aprovechamiento como el reciclaje, reutilización, renovación, etc [19].

Este proceso involucra un reconocimiento de la cantidad de residuos y sus características, teniendo esto como base del proceso se puede identificar y diseñar el tipo de metodología para la separación de residuos sólidos. La creación de las metodologías debe tener en cuenta entorno social, cultural, ambiental, político y económico del entorno debido a que cada comunidad tiene su sistema de gestión de los residuos y desarrollo en el ámbito ambiental [19].

3.2.1.6. Disposición Final de los Residuos

La disposición final de los residuos se define como una forma de aislar los residuos no aprovechables para que estos no generen riesgos a la salud, impacto negativo en el ambiente, esta disposición se realiza en lugares especiales[20].

En Colombia, la entidad territorial es la encargada de localizar y establecer las áreas para la disposición final de residuos sólidos, realizando un proceso de selección según la tecnología de relleno sanitario e infraestructura[20].

Se realiza una evaluación del área considerando factores como información de la generación de residuos, accesibilidad vial, topografía, distancia al perímetro urbano, distancia del lugar a cuerpos hídricos, disponibilidad de material para cubrir los residuos y que actividades se han realizado en el área[20].

3.2.2. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

El aprovechamiento de residuos se realiza con el objetivo de obtener un beneficio o segunda oportunidad de uso de los residuos, por medio de procesos como reciclaje, reutilización, compostaje, lombricultura, biodigestión y recuperación energética[20]. En la figura 3.2 se encuentra una ficha ilustrativa con los procesos para el aprovechamiento de residuos [20] [21].

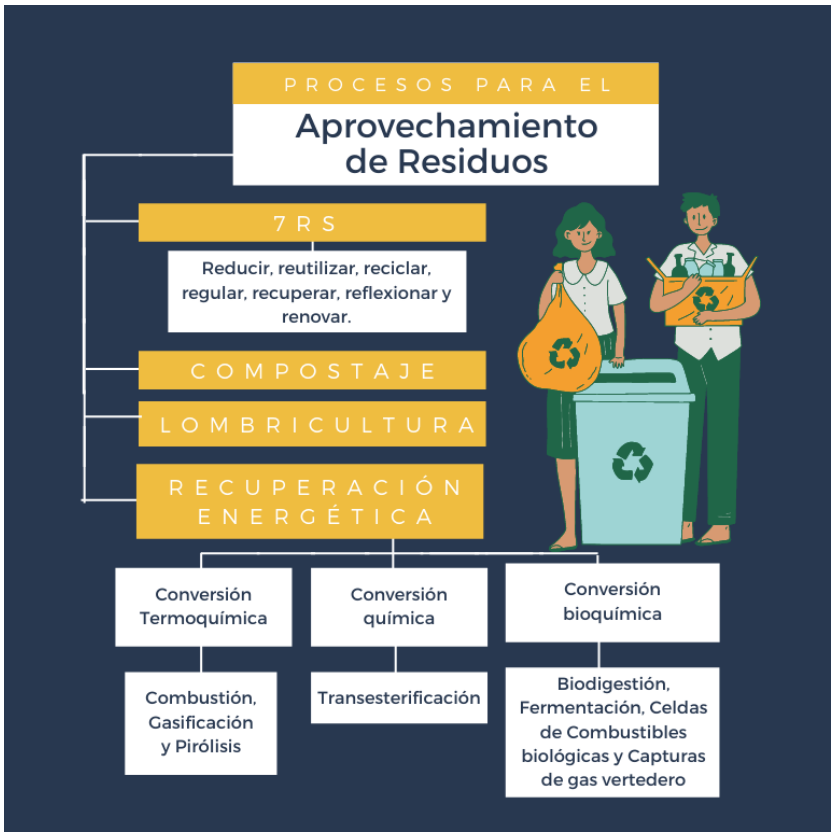


Figura 3.2: Procesos para el aprovechamiento de residuos [36][37]

Una de las muchas ventajas del aprovechamiento de residuos es la reducción de volumen de residuos, también la disminución de rebosamiento en los rellenos sanitarios y no utilización de recursos naturales como materia prima debido a que los residuos pueden ser transformados en materia prima. Se pueden tener beneficios ambientales como la recuperación de suelos degradados, transición a nuevos modelos de agricultura ecológica, mitigación de gases de efecto invernadero debido a la utilización de abono orgánico en vez de fertilizantes sintéticos, regulación del pH del suelo, entre otros [22].

3.2.2.1. Principio de las 7 Rs de la Ecología

El principio de las 7 Rs de la ecología es una propuesta para la promoción de hábitos de consumo conscientes con el medio ambiente y con estrategias de disminución de residuos. En sus inicios, el principio solo trabajaba tres conceptos; reciclar, reducir y reutilizar, con el paso del tiempo se adicionaron más Rs como regular y recuperar. Actualmente el principio cuenta con 7 Rs, utilizando los conceptos de reflexionar y renovar, logrando acercarse más a una economía ecológica que piense en el futuro de las decisiones y acciones tomadas y sus posibles consecuencias[23] [21].

La propuesta nació debido a la necesidad de implementar procesos que promuevan una economía circular para solucionar los problemas ocasionados por productos de uso único. Por otro lado, la creciente cantidad de residuos generados por año y la limitación de los espacios para la creación de vertederos afectan la simbiosis existente en el medio ambiente, que se caracteriza por mantener un ciclo perfecto entre la naturaleza, y así volver a conceptos sobre sustentabilidad y preservación del entorno por medio del cambio de razonamiento humano[23] [21].

- Reciclaje
  El reciclaje es una forma de aprovechamiento de los residuos sólidos, mediante su transformación a materia prima y que de esta forma pueda ser reincorporado al ciclo de utilidad. Las etapas del reciclaje son procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización[24].

  Otra correcta definición para reciclaje fue realizada por Castells (2012) describiéndolo como la operación compleja que permite la recuperación, transformación y elaboración de un material a partir de residuos, ya sea total o parcial en la composición definitiva. Por lo tanto, el reciclaje y los residuos, responden a diversas actividades que pueden llevarse a cabo sobre los diferentes flujos de residuos para aprovecharse, desde el mismo uso hasta otra aplicación[25].

- Reutilización
  La reutilización es aprovechar o darle un uso a un residuo sin transformar sus propiedades físicas, químicas o biológicas [26]. Los objetivos principales de la reutilización son concientizar, reducir la cantidad de residuos, colaborar para que las comunidades sean conscientes de sus residuos y utilizar residuos que aún pueden seguir con el ciclo de vida [26]. El proceso de reutilización muchas veces requiere de fases adicionales como rediseño y adecuación para que pueda entrar de nuevo a ser útil [26].

- Reducir

El reducir puede ser denominado como una técnica preventiva destinada a minimizar todos los residuos generados de una fuente antes de que se convierta en un problema físico real. Por otra parte, puede ser llamada o identificada con fuente de reducción, minimización y prevención de residuos. Algunas de las formas de control de este ítem es la disminución de cantidades utilizadas en materias primas o la sustitución de componentes por elementos más amigables con el medio ambiente [21].

- Regular
  Regular incluye todos los elementos, mecanismos y herramientas esenciales que permiten el desarrollo de leyes y legislación para la fomentación de normativas que permitan controlar todos los aspectos relacionados con el medio ambiente. Así mismo, el uso de incentivos o disposiciones que colaboren con las disposiciones en la normativa ambiental [21].

- Recuperar
  Recuperar o también llamada transformar, implementa las diferentes actividades que relacionan el cambio de los residuos para su uso como material energético. Dentro de las principales actividades se pueden encontrar técnicas como lo es la incineración, pirólisis, gasificación y biodigestión que pueden ser útiles para la producción de energía en forma de vapor, electricidad, gases sintéticos o diferentes combustibles [21].

- Reflexionar
  Claramente, cada una de las etapas anteriores determinaron ciertos aspectos con posibles patrones de solución , sin embargo, la existencia de algunas dificultades en el proceso de control de residuos genera la necesidad de reflexionar sobre el como iniciar antes de tomar cualquier acción siempre en la búsqueda de la manera más efectiva (tiempo, economía, entre otras) de llegar a una meta. [21].

- Renovar
  Renovar es seleccionado como una de las etapas que generalmente cierra el ciclo de la ecología industrial, esto principalmente debido a que después de un estudio y análisis de los diferentes factores que actúan en un entorno para con el medio ambiente, se realiza la inclusión de tecnologías alternativas e innovadoras que colaboren con la mitigación de los principales problemas encontrados. La esencia de esta etapa se basa en desarrollar recursos renovables mediante la reducción o impidiendo la eliminación [21].

3.2.2.2. Compostaje

El compostaje es un proceso para la degradación de materia orgánica con el objetivo de aprovechar los residuos orgánicos, destrucción de microorganismos patógenos o causantes de daños a seres vivos, disminución de plantas no deseadas en cultivos (maleza) y aumentar los nutrientes en el suelo de los cultivos [22].

3.2.2.3. Lombricultura

La lombricultura es un proceso derivado del compostaje, solo que se le adiciona otros organismos, los cuales son las lombrices, estas por medio de su sistema digestivo y proceso natural transforma los residuos orgánicos en abonos beneficiosos para los cultivos y el suelo en general, además de generar como producto adicional la proteína propia de las lombrices que se cultivan.[22].

En este proceso las lombrices y microorganismos compostan los residuos orgánicos por medio de ellos los minerales y nutrientes se convierten en elementos más simples para que sean fácilmente absorbidos por los cultivos. Los beneficios de la lombricultura son mejora biológica y de la estructura de los suelos por medio de adición de material arenoso, porosidad del suelo, lo cual mejora la aireación y drenaje del los suelo, etc[22].

3.2.2.4. Recuperación Energética

La recuperación energética es un proceso en el cual se genera energía a partir de residuos, la energía generada puede ser eléctrica, calorífica o combustible. Existen tres tipos de conversión de la energía, la conversión termoquímica, conversión bioquímica y conversión química.

- La Conversión Termoquímica se subdivide en los siguientes procesos: Combustión, Gasificación y pirólisis.

  La combustión es un tipo de oxidación directa de los residuos, donde sus principales productos son el dióxido de carbono, agua en forma de vapor y sales minerales (cenizas). Los residuos se someten a altas temperaturas en presencia de oxigeno, esta reacción libera energía en forma de calor, el cual se recolecta para procesos de generación de energía industriales [27].

  El proceso de gasificación genera productos gaseosos y cenizas al someter los residuos a altas temperaturas en presencia de oxígeno o agua. De esta reacción se puede generar por procesos de gas de bajo o medio poder calorífico para usarlo en la producción de energía [28].

La pirólisis es un proceso de descomposición térmica de residuos, transformándola en productos sólidos, líquidos y gaseosos por medio de del calentamiento de la masa en ausencia de una atmósfera oxidante (aire u oxígeno), a diferencia de las anteriores [28].

- Conversión bioquímica: Digestión Anaeróbica, Fermentación, Celdas de Combustibles biológicas y capturas de gas vertedero.

  La Digestión anaeróbica o biodigestión es un proceso en el cual se realiza la degradación de materia orgánica presente el agua, con el objetivo de liberar gases como dióxido de carbono o metano para utilizarlos como combustible [29]. Este proceso debido a su definición de conversión de los residuos en energía también puede clasificarse como aprovechamiento energético.

3.2.3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS

Los residuos sólidos tienen diferentes propiedades físicas, las cuales ayudan a organizar sistemas de recolección en la fuente, recolección posterior, tratamientos de aprovechamiento y disposición dependiendo de los residuos que generen riesgos especiales para el medio ambiente.

Las primeras características a mencionar, son la densidad real y aparente. La primera se encuentra directamente relacionada con la materia, mientras que la densidad aparente determina la capacidad de un residuo de llenar un volumen (puede variar con las propiedades de compactación) [30].

La siguiente característica, es el peso específico, que se define como el peso de un material por unidad de volumen (N/m3). Con el peso específico es posible valorar la masa y el volumen total de los residuos que deben ser gestionados. Sin embargo no hay uniformidad en la forma de presentar esta propiedad, es decir no se hace ninguna distinción entre los residuos sólidos compactados y no compactados. Los pesos específicos varían dependiendo de la geografía o la estación del año o el tiempo de almacenamiento.

La humedad, es una propiedad de los residuos sólidos que se puede expresar con el método de medición peso-húmedo, se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo, o el método peso seco, donde se presenta como un porcentaje del peso seco del material. También puede ser explicado de una manera más simple con la cantidad total de agua contenido en una unidad de masa [30].

Y Finalmente, se habla de la capacidad de campo como la cantidad total de humedad que retiene una muestra de residuo sometida a la gravedad. Esta propiedad es de gran importancia ya que permite determinar la formación de lixiviados en los rellenos sanitarios. Si existe exceso

de agua sobre la capacidad de campo, esta se verá en forma de lixiviado. Esta propiedad varía dependiendo del estado de descomposición del residuo y la presión aplicada sobre estos.

3.2.4. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

A partir de estas propiedades se puede evaluar las opciones de procesamiento o de recuperación de los residuos. Si los residuos sólidos que se desean aprovechar van a usarse como combustible, es preciso tener en cuenta el análisis físico, en el cual se tenga en cuenta la pérdida de humedad si se calientan a 105 °C durante 1 hora,la materia volátil combustible que se traduce como la pérdida de peso adicional por ignición a 950°C en crisol cubierto. También considerar el carbono fijo cuyo concepto es el rechazo combustible dejado después de retirar la materia volátil. Y la ceniza, que es peso del rechazo después de la incineración en un crisol abierto.

Otra propiedad química importante, es el punto de fusión de la Ceniza, que se define como la temperatura en que se genera la ceniza después de la incineración de los residuos. Las temperaturas típicas de fusión para la formación de escorias de residuos sólidos oscilan entre 1.100°C y 1.200° C.

Y por último, el análisis Elemental, que se realiza para determinar la cantidad de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Azufre y ceniza, también se incluye la determinación de halógenos debido a la preocupación por la emisión de compuestos clorados. Con estos resultados se realiza la caracterización de la composición química de materia orgánica en los RS y de esta manera definir relaciones carbono/nitrógeno aptas para los procesos de conversión biológica.

3.2.5. MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

El mantenimiento de aeronaves es la actividad a través de la cual se garantiza que los sistemas que componen la aeronave realicen sus funciones de manera continuada con el nivel de fiabilidad y seguridad adecuados, así como obtener información relevante para su posterior análisis [31].

Los principales aportes del mantenimiento en una organización se basan en la reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad, minimizar tiempos muertos y costos del ciclo de vida de los componentes [32].

En consecuencia, la calidad que proporciona el mantenimiento genera un sentimiento de confiabilidad con respecto a los servicios y productos ofrecidos, aumentando la estima del consumidor [31].

En el caso de la Industria aeronáutica en la década de los sesenta se creó el concepto de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, debido a las diferentes fallas que se estaban presentando en las aeronaves. Centrar la industria en el concepto de confiabilidad se vuelve necesario, dado que el efecto que causa una falla aeronáutica puede acarrear problemas morales, legales y sociales [31].

Como respuesta a esto, la aeronáutica civil toma la decisión de implementar métodos de confiabilidad y factores humanos en los programas de mantenimiento de aeronaves con el fin de salvaguardar la seguridad aeronáutica [31].

3.2.5.1. Tipos de Servicios del Mantenimiento Aeronáutico

Según Kinnisson, los procesos de mantenimiento son de tipo programado y no programado, donde el mantenimiento programado es una acción preventiva para asegurar que un producto funcione de manera adecuada en intervalos preestablecidos y el mantenimiento no programado es requerido cuando un elemento falla o alcanza un nivel de deterioro tal que no le permite continuar operando de manera confiable [33].

El mantenimiento aeronáutico programado se encuentra dividido en mantenimiento de línea y mantenimiento base. El mantenimiento de línea está subdividido en chequeos tipo A, B, de tránsito, diario o 48 horas donde normalmente se incluyen comprobaciones previas a un vuelo, inspecciones visuales para la detección de fallas apreciables a simple vista, o reparaciones menores que no impliquen el desmonte extensivo y que se pueda realizar mediante procedimientos simples. En el mantenimiento base las comprobaciones o chequeos son llamados C y D también se revisa el deterioro del fuselaje, motores y sistemas, los cuales son chequeos más extensivos donde se revisan componentes o sistemas individualmente, por ejemplo, corrosión o fatiga [33]. en el cuadro 3.1 se encuentra una explicación más detallada de el mantenimiento programado [33].

El mantenimiento base incluye además la implementación de boletines de servicio (SB) y directivas de aeronavegabilidad (AD), aunque esto también se puede hacer durante el mantenimiento de la línea [33].

Además, en los procesos de mantenimiento aeronáutico se dispone de intervalos de mantenimiento, que son parámetros establecidos dentro del Programa de Mantenimiento aprobado y que se establecen de acuerdo con diferentes criterios dependiendo de qué tan eficientemente es posible detectar un daño o avería ($Hardtime, Oncondition, Conditionmonitoring$) [34].

Tabla 3.1: Especificación del Mantenimiento Programado

Mantenimiento	Tipo de chequeo	Intervalos	Descripción
Línea	De tránsito, diario o 48 horas	Después de cada parada o si la aeronave está más de 4 horas en tierra	- Inspección visual. Búsqueda de daño o deterioro notorio
	A	Cada 500 Horas de vuelo (FH) o 2 meses	- Chequeo profundo de partes. Acceso abierto a paneles. Herramientas especiales limitadas. Normalmente se requiere equipos de pruebas.
	B	1100 FH	- Chequeo detallado de sistemas y componentes. Equipos y pruebas especiales. Puede ni necesitar desensamble o remoción de partes.
Base	C	Cada 4000 FH o 20 meses	- Chequeo extensivo de sistemas y componentes individualmente. Inspección visual específica. Niveles altos de habilidades del inspector. Herramientas especializadas.
	D	25000 FH o 6 años	- Puede ser un chequeo estructural. Inspección visual detallada. Pruebas no destructivas (NDT). Desensamble o remoción de partes para facilitar la inspección. Incluye los chequeos A, B, C y diario.

3.2.5.2. Consumibles Aeronáuticos

En este tipo de componentes se pueden identificar el combustible, los lubricantes, pinturas, químicos, entre otros, así mismo, suelen ser mencionados en los procedimientos de mantenimiento para las distintas partes de la aeronave, motores y equipos. De igual manera, este tipo de elementos cumplen sus objetivos al ser utilizados una única vez [35] [36].

3.2.5.3. Reemplazables Aeronáuticos(Expendables)

Este tipo de componentes no contienen un procedimiento de reparación autorizado donde teniendo en cuenta su diseño simple y de bajo costo se obtiene un beneficio mayor al realizar un reemplazo de la pieza [36] [37].

3.2.6. PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PMIRS)

El Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos es un conjunto de responsabilidades que se enfocan en la reducción de la generación de residuos sólidos, la caracterización, separación, gestión del aprovechamiento, tratamiento o disposición final y promoción de la educación ambiental con capacitaciones, creación de grupos de gestión ambiental y la implementación de estrategias en estas etapas [38].

3.3. ESTADO DEL ARTE

En 1998, desde el Ministerio de Ambiente, se generó una preocupación por el manejo de los residuos sólidos en el país, debido a la aparición de residuos en sitios y vías públicas. Por lo cual se realizó un diagnóstico donde se identificaron problemas como la ausencia de servicios de aseo en zonas periféricas y el hecho de que tampoco se hacía una disposición final controlada de los residuos. Por tal motivo se crea en ese mismo año la Política para la Gestión Integral de Residuos el cual contiene los elementos conceptuales para la gestión de los residuos sólidos [39]. De igual manera, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, establece en 2007 la resolución metropolitana 879 “mediante la cual se adopta el Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá como instrumento de autogestión y autoregulación” [40].

Existen diferentes proyectos sobre el plan de manejo integral de residuos en aeropuertos a

nivel nacional e internacional. A continuación se presentarán algunos proyectos desarrollados en Colombia, permitiendo un contexto nacional.

OPAIN S.A. es el concesionario que se encarga de las labores de administración, operación, comercialización y otras tareas en el Aeropuerto El Dorado. OPAIN ha implementado un plan de manejo ambiental de los residuos sólidos de tal forma que se logre mitigar los impactos negativos ocasionados al ambiente por causa de las operaciones en tierra del aeropuerto el Dorado, lo que incluye la limpieza de aeronaves de vuelos nacionales e internacionales y terminal de pasajeros [41].

En 2010, Diego F. Hoyos y Jefferson D. Ninco desarrollaron un Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Para El Aeropuerto Internacional Alfonso Bonilla Aragón,en Palmira, Colombia. En esta tesis de grado, se realizó un plan de separación en la fuente, reciclaje, diagnóstico, caracterización y huella ecológica de los residuos generados en las diferentes áreas del aeropuerto. Se demostró que la implementación del plan de gestión es aplicable y demuestra ser sostenible [42].

Rafael Andrés Santana, en 2012, presentó un trabajo de grado para la evaluación de la implementación del plan de manejo ambiental del aeropuerto el dorado de Bogotá, con el objetivo de identificar el cumplimiento que el aeropuerto Internacional El Dorado estaba efectuando con el PMA y proponer mejoras para un cumplimiento del 100 % del PMA. De este trabajo se concluyó que las acciones y obras ejecutadas fueron cumplidas en un 100 %, sin embargo se recomienda que se incluya dentro del PMA unos planes de contingencia específicos que permitan atender las emergencias de manera efectiva [43].

La formulación de un plan integral de residuos sólidos como componente interno en el aeropuerto internacional de San Andrés Islas, es un proyecto que busca minimizar los impactos ambientales negativos de las diferentes áreas del aeropuerto ya sean abiertas o restringidas para el público general. Se realizaron 8 propuestas para el acondicionamiento, manejo y capacitación del personal con respecto a el aprovechamiento de residuos sólidos. De este trabajo se obtuvo que más del 52 % de los residuos generados son reciclables y aptos para ser aprovechados. Sin embargo el Aeropuerto no contaba hasta ese momento con la clasificación adecuada de los recipientes de residuos de acuerdo a su sitio, por lo cual era indispensable aplicar un sistema de separación y reciclaje de los residuos sólidos ordinarios así como contactar a empresas expertas en el manejo de residuos peligrosos. [44].

En contextos internacionales hay diferentes proyectos sobre planes de manejo integral de residuos Sólidos y a fines.

En Perú, en el año 2008, La corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC S.A.) presentó El Plan De Manejo De Residuos Sólidos Del Aeropuerto de Juanjui, con el objetivo de asegurar el manejo adecuado de los residuos sólidos para minimizar el daño ecológico y proteger la salud y bienestar público.

Además de las actividades de manejo de residuos realizadas por los aeropuertos, a nivel operacional en la industria Aeronáutica existen diferentes proyectos para la disminución del impacto ambiental negativo relacionado con el mantenimiento. El uso de baterías en aviación se observa desde la operación inicial de arranque de motores hasta su uso en eventos de emergencias [45]. Los tipos de baterías presentes en aeronaves son Niquel-Cadmio (NiCd) o Plomo-Ácido, y debido a su continuo uso y la cantidad de energía que deben suplir, estas baterías tienen un tiempo de vida relativamente corto [46]. Algunas empresas, como Global Tech Environmental se encargan de reciclar estas baterías, no solo para conservar el contenido energético sobrante de la batería, sino a su vez los materiales que contiene la estructura de esta. Se ha observado que reciclar estos productos metálicos como el Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Aluminio (Al) contribuye a la reducción del impacto ambiental asociado con la producción de las baterías y de la minería [47].

Todos los objetos tienen una vida útil, que ofrecen el servicio para el que fueron diseñados, y al llegar el fin de su ciclo los productos pueden ser reciclados, aprovechados, desechados o reutilizados según sea el caso. Para el caso de productos aeronáuticos antiguamente el aprovechamiento de los materiales y componentes de una aeronave al terminar su ciclo era más sencillo que en la actualidad, esto se debe principalmente a que la construcción de una aeronave era básicamente con metales, ahora con la utilización popularizada de los materiales compuestos esto se ha convertido en un problema debido a que este tipo de materiales no poseen cualidades de recuperación o reciclaje. La siguiente implementación, aunque son pautas enfocadas en la fabricación de las aeronaves, se relaciona con el mantenimiento, debido a que el diseño se enfoca en proveer productos y servicios con el mínimo impacto ambiental. Este proyecto se llama Ecodesign y fue propuesto por la empresa Bombardier, se enfoca en un ciclo de vida circular, en el cual la producción, transporte, uso y fin de vida se conecten entre sí, generando una economía circular. Los principios de esta idea de diseño son la disminución de peso, ahorro de energía, el control de materiales y sustancias utilizadas, de tal forma que se garantice la seguridad en el manejo y la protección estructural y finalmente, la creación de una estructura simplificada, la cual sea fácil de reparar y reciclar, de aquí su relación con el mantenimiento [48].

En el sector del mantenimiento aeronáutico hay talleres especializados por sistemas o componentes de las aeronaves. Por ejemplo, un taller de hidráulica o un taller de ruedas en los cuales se realizarán tratamientos de *sandblasting* con óxido de aluminio, puede generar residuos sólidos considerables. Con relación a esto, en 2004 Kristen Jenkins publica un artículo llamado “opor-

tunidades de prevención de la contaminación del acabado de metales desarrolladas mediante el uso del PLATO'S PROCESS PLANNER", el cual plantea un proceso para la prevención de la contaminación por acabados de metales en la reparación de aeronaves. El modelo estima la cantidad de contaminante expulsado a las aguas residuales y partiendo de esto se pueden plantear operaciones que disminuyan la cantidad de partículas metálicas que se envían a las plantas de tratamiento de aguas residuales, el cual puede dar un acercamiento a las posibles oportunidades para el planteamiento de manejo de estos residuos y prevención de problemas ambientales [49].

Los procesos de *SandBlasting* se utilizan en aviación para la limpieza de piezas, remoción de pintura, preparación de superficies, entre otros procesos, al igual que otras prácticas de mantenimiento esta también genera un producto residual. La gestión de estos residuos es difícil de encontrar debido a que la normativa y manejo no se encuentran en una sola fuente de información. En 2016 un trabajo realizado en la Universidad de Galati, recoge prácticas para la gestión de estos residuos generados por el sandblasting (residuo: Material de Granallado Abrasivo ABM). De esta investigación se recogen los resultados del propósito de reciclar la arena usada como material asfáltico, donde se concluyó que una solución propuesta sería el uso de una mezcla estabilizadora (agregado granular con aglutinantes), obtenida del reciclaje de residuos de arenilla, para su uso en mezclas asfálticas, pudiendo obtener beneficios económicos derivados del reciclaje de la arenilla y su disposición [50]. Un trabajo realizado en la Universidad técnica de Delft en 2017 habla sobre la problemática asociada con el uso de documentación física (Papel), en los procesos de mantenimiento, desde problemas ambientales hasta problemas de eficiencia y errores ocasionados por factores humanos. Koornneef, Verhagen y Curran proponen un sistema de base de datos, el cual puede recuperar documentos relevantes, obtención de bases de datos existentes y archivos relacionados con el proceso de mantenimiento. A parte de mejorar la efectividad, seguridad y confiabilidad de los procesos también ayuda a reducir el consumo de papel [51].

3.3.1. MANEJO DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ RENAULT SOFASA

Renault SOFASA es una de las ensambladoras de automóviles con mayor trayectoria en Colombia con más de 1 millón de vehículos producidos a lo largo de 47 años de existencia siendo una de las principales marcas que aporta al progreso de la industria colombiana [52].

Según el informe de sostenibilidad de Renault SOFASA 2014, la empresa cuenta con un plan de manejo de los residuos sólidos, con el cual se puede gestionar la adecuada separación, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos, así como la formación de los empleados

actuando siempre bajo los conceptos de reducción, reutilización y reciclaje. En el 2014, gracias a este plan de manejo Renault SOFASA pudo recuperar los disolventes contaminados que se generan dentro de la organización, gracias a un equipo que permite la recuperación y el reintegro a la cadena productiva. De igual manera se registró que la incorporación de medios retornables permitió minimizar el uso de cartón, madera y plásticos. Además cada uno de estos residuos recibe el tratamiento correspondiente a sus características, disminuyendo la cantidad de residuos generados en un 20 % respecto al año anterior. El grupo Renault cuenta con iniciativas para garantizar y gestionar un ambiente de calidad como el programa Renault Eco2 mediante el cual se establece que la producción de los vehículos deben producirse de la manera más ecológica posible. La planta de producción de Renault SOFASA ubicada en Envigado, Antioquia tiene la certificación ISO 14001, norma que garantiza la ejecución de altos estándares amigables con el medio ambiente en aspectos como la reducción del consumo hídrico, energético y de gas, así como la reducción de las emisiones atmosféricas y los residuos sólidos. Todos estos aspectos se controlan y miden al interior de la organización para mantener los indicadores positivos. En cuanto al reciclaje, los vehículos Renault cuentan desde su diseño con más de un 5 % de materiales procedentes del reciclaje [53].

3.3.2. GESTIÓN AMBIENTAL DE LA CORPORACIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA COLOMBIANA - CIAC

La corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana es una empresa dedicada a la reparación y mantenimiento de aeronaves, fabricante de productos aeronáuticos y certificada para la prestación de servicios de Mantenimiento, Reparación y Overhaul (MRO) de aviación vinculada al Ministerio de Defensa Nacional. En el marco normativo ambiental, la empresa está certificada bajo la norma ISO 14001, y bajo la cual se precisan las responsabilidades frente al sistema de gestión ambiental del personal de la empresa. Bajo este sistema se establecen parámetros en cuanto a los servicios generales como: llevar a cabo la recolección interna de residuos en bolsas y contenedores asignados para tal fin y el almacenamiento de los residuos generados en la Corporación en los sitios dispuestos por cada tipo de residuo. También se establece la realización del pesaje de los residuos y el debido diligenciamiento de los formatos establecidos por el área de gestión ambiental. Se establece cumplir con todos los protocoles establecidos para el manejo integral de residuos peligrosos y convencionales así como el uso eficiente de recursos naturales a través de la limpieza de las instalaciones de la Corporación, entre otros.

De igual manera, en cuanto a gestión ambiental, se establece la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados con las actividades de la Corporación con el fin de evaluar el cumplimiento de la normatividad ambiental, realizar el seguimiento correspondiente, implementar controles operacionales y establecer acciones preventivas y correctivas para man-

tener un adecuado sistema de gestión ambiental en la corporación, que permitan velar por el cumplimiento de los estándares establecidos en el sistema de gestión ambiental [54].

3.3.3. GESTIÓN AMBIENTAL DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

La Gestión Ambiental de la Fuerza Aérea Colombiana se sustenta en lo establecido por la Directiva Permanente No. 5 del 21 de abril de 2010, emitida por el Ministerio de Defensa Nacional, la cual contiene la "Política de Gestión Ambiental para el Sector Seguridad y Defensa". Uno de sus objetivos dentro de esta política, en la proyección para el año 2030,es la preservación del medio ambiente orientado a la creación de una cultura de respeto del medio ambiente mediante el uso racional y la protección, así como la implementación de programas para el manejo integral de residuos generados al interior de cada área.

En cuanto al manejo integral de residuos sólidos, desde el 2014 se realizaron actividades que permiten continuar con programas de reciclaje de las Unidades Militares Aéreas, haciendo instalación de puntos ecológicos con las respectivas bolsas plásticas y canecas debidamente identificadas para la clasificación de los residuos sólidos generados a partir de las actividades que se dan en cada unidad, así como la adecuación de centros de acopio para mejorar las condiciones de clasificación y almacenamiento de los residuos sólidos. A partir de esta política también se tiene como objetivo modificar los hábitos de consumo para minimizar los residuos generados. Todos los programas de reciclaje y manejo de residuos contaron con el apoyo de jornadas de sensibilización ambiental con el personal de cada unidad. En cuanto a la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos se realiza la entrega a gestores externos y es la Subdirección de Saneamiento Básico y Ambiental la encargada de verificar la disposición final de los residuos por parte de estos agentes externos [55].

3.3.4. PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CONVENCIONALES DE AVIANCA

Avianca se ha propuesto adelantar acciones que le permitan reducir la contaminación. Esta gestión es adelantada en marco de la norma NTC 14001 versión 2004, mediante el cual se ha propuesto: reducir emisiones de efecto invernadero y ruido, minimizar generación de residuos peligrosos aumentando el aprovechamiento de elementos reciclables y cumplir con la legislación ambiental aplicable, entre otros.

La aerolínea cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos y Convencionales,

en el cual se encuentran las fases de separación en la fuente, transporte interno y externo, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos. Algunas de las bondades que han surgido de este plan son la reducción de las emisiones de efecto invernadero debido a la manufactura de materia prima, la reducción de recursos naturales como el agua, prevenir el envío de elementos reciclables a rellenos sanitarios, y la importancia de crear conciencia sobre el cuidado del medio ambiente [56].

La generación de residuos de las compañías subsidiarias de Avianca Holdings S.A. se caracteriza por ser residuos convencionales y peligrosos (RESPEL). Gracias al PGIRS, durante el año 2014 se reciclaron 32,1 toneladas más de residuos que el año anterior, debido a la sensibilización de los trabajadores y las estrategias de reciclaje establecidas como por ejemplo exposiciones de arte en las que se usaron cartón, papel, plástico reciclados para la elaboración de las obras.

Además las empresas que integran Avianca Holdings, realizaron capacitaciones y charlas para el manejo de los RESPEL con el fin de prevenir los posibles impactos en la salud humana y los recursos naturales. La generación de RESPEL por parte de las compañías, supera la cantidad del año anterior en un 4.2 %, este aumento se debe al crecimiento de la operación y de los mantenimientos realizados a las aeronaves, sin embargo estos residuos fueron dispuestos de manera adecuada de acuerdo a sus características y al Plan de Gestión [57].

3.3.5. PLAN ESTRATÉGICO AERONÁUTICO 2030 DE LA AERONÁUTICA CIVIL

La Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC) presentó el Plan Estratégico Aeronáutico 2030 como un instrumento a través del cual se visualizan los lineamientos que rigen el sector en cuestión de políticas así como las acciones de los actores que forman parte de la industria. En el objetivo general del plan se plantea diseñar los lineamientos que permitan alcanzar el desarrollo del sector de transporte aéreo en Colombia que faciliten la seguridad operacional e impulsen la conectividad, siendo ambientalmente sostenibles. El plan tiene como principios la eficiencia, eficacia, integración territorial y sostenibilidad que le permiten cumplir la función de instrumento de la política pública de transporte. Así mismo, su desarrollo se basa en llevar a cabo objetivos planteados en siete (7) ejes temáticos que lo amparan: institucionalidad, conectividad, competitividad, infraestructura y sostenibilidad ambiental, industria aeronáutica y cadena de suministro [58].

Respecto al eje temático infraestructura y sosteniblidad ambiental, este plan espera lograr que la infraestructura, servicios aeroportuarios y demás componentes que permiten un acceso seguro al transporte aéreo cuenten con la capacidad y eficiencia suficientes para atender la demanda del sector dentro un contexto ambientalmente sostenible. Específicamente, en cues-

tión de sostenibilidad plantea desarrollar un Plan Estratégico, con la integración del CORSIA ($CarbonOffsettingandReductionSchemeforInternationalAviation$), así como un mecanismo de acreditación ambiental aeroportuaria que orienten a este sector en la mitigación del impacto ambiental [58].

Esto, debido al incremento que se ha venido presentando en la demanda de pasajeros y carga, que exige en consecuencia el desarrollo de la infraestructura tanto física, como en términos de conectividad. Este incremento también trae consigo el aumento del efecto ambiental y social que tiene la aviación en el país, que pone en riesgo la sostenibilidad de la industria y plantea retos para enfrentar el calentamiento global en Colombia basados en las mejoras tecnológicas operacionales y las energías alternativas que provienen del desarrollo tecnológico para mitigar el impacto ambiental [58].

3.3.6. ACREDITACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL DEL AEROPUERTO EL DORADO.

El Aeropuerto El Dorado de Bogotá, que es operado por OPAIN S.A, fue el primer aeropuerto en Colombia en recibir la Acreditación de Huella de Carbono por el Consejo Internacional de Aeropuertos para América Latina y el Caribe (ACI-LAC) en el año 2017. El programa Airport Carbon Acreditation se desarrolló por la ACI en Europa en 2009 y se extendió a otras regiones a partir de 2014. Este programa permite a los aeropuertos implementar mejores prácticas respecto a las emisiones de carbono y la gestión para convertirse en carbono neutro [59] [60].

El proceso para la obtención de esta certificación se inició en el año 2015 a través de OPAIN quien diseñó el proyecto de medición de las emisiones de gases relacionados con las actividades propias del aeropuerto como el consumo de combustible de los vehículos, el consumo de energía y la generación de residuos sólidos de la operación del terminal. Contar con esta certificación le permite al Aeropuerto participar en el programa integral de reducción de la Huella de Carbono. A partir de esta participación, el aeropuerto creó su propia política de reducción de gases de efecto invernadero, además de poner en ejecución proyectos relacionados con la reestructuración del modelo de gestión de residuos, la creación de programa para la implementación de equipos de energía renovable y la siembra de árboles en diferentes partes del país [60].

3.3.7. SISTEMA DE GESTIÓN BASURA CERO EN LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA (UPB)

A parte de lo expuesto en el sector aeronáutico, es importante señalar algunos proyectos como el desarrollado por la UPB obtuvo la certificación de ICONTEC en el sistema de gestión basura cero. BASURA CERO es una iniciativa mundial que surge a partir de la problemática ambiental generada por el aumento descontrolado de residuos que se depositan diariamente en los rellenos sanitarios del mundo; en este contexto ICONTEC y Basura Cero Colombia se unen para trabajar conjuntamente en estándares de gestión integral de residuos en América Latina a través de la Certificación de Sistemas Basura Cero (CSBC) [61].

El objetivo de Basura Cero Colombia es lograr entender de otro modo el concepto de BASURA, de manera que se reconozca como una materia prima que puede ser aprovechada reintegrándola a los ciclos productivos, económicos y ecológicos, y así conseguir que la sociedad de manera voluntaria adquiera técnicas en pro de la disminución de la cantidad de residuos sólidos generados y que son enviados directamente a los rellenos sanitarios [61].

3.4. MARCO LEGAL

La normativa presente en Colombia con respecto al cuidado del medio ambiente por parte de la aviación civil se puede encontrar principalmente en el RAC 216 llamado las Normas Ambientales para la Aviación, aquí se encuentran las normas referentes a la contaminación por ruido y gases de polución, igualmente esta información concerniente a normas ambientales en la aeronáutica se encuentra en el Reglamento Aeronáutico Latinoamericano (LAR), las Regulaciones Federales de Aviación (FAR), Regulaciones de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), entre otras, pero estas no hacen énfasis en el cuidado ambiental en procesos de mantenimiento aeronáutico. Para llegar a una normativa que se acerque más a lo requerido para Mantenimiento se debe buscar en diferentes regulaciones [62].

Otro documento importante emitido por la Aeronáutica Civil de Colombia es la Circular Informativa CI 051- V2- Guía plan de gestión integral de residuos peligrosos en aeropuertos, su utilidad yace en que los proveedores de mantenimiento aeronáutico estudiados en este trabajo se encuentran ubicados en un aeropuerto, el objetivo de esta circular es garantizar el manejo adecuado de los residuos peligrosos generados en los aeropuertos mediante procesos, procedimientos y responsabilidades [63].

Las organizaciones gubernamentales a nivel departamental también están al tanto en cuanto a normativas ambientales y la gestión de residuos. Es el caso de la Corporación Autónoma Regional Corantioquia, la cual cuenta con una Política para la gestión de residuos, cuyo objetivo fundamental es impedir o minimizar de la manera más eficiente posible los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que causan los residuos sólidos. Corantioquia tiene cubrimiento en los territorios de Aburra Norte, Aburra Sur, Cartama, Citará, Hevéxicos, Panzenú, Tahamíes, Zenufaná y 80 municipios más como Copacabana, Envigado y Girardota [39].

3.4.1. LEGISLACIÓN VIGENTE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN COLOMBIA

A continuación se listan las leyes y decretos relacionadas con los residuos sólidos en Colombia.

- En el Decreto 2811 de 1974 es el código de recursos Naturales Renovables y de Protección al medio ambiente, cuyo objetivo es la protección y conservación del medio ambiente, mediante el control del impacto que tiene la explotación de recursos naturales no renovables y la conducta humana con respecto a ello [64].
- Decreto 838 de 2005 de la Presidencia de la República. por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1505 de 2003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de la protección social.
- Documento CONPES 3874. Consejo nacional de política económica y social. República de Colombia .Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos.
- Estrategia Nacional de Economía Circular. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

3.4.2. LEGISLACIÓN APLICABLE A RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS EN COLOMBIA

En al ámbito de residuos peligrosos la normativa presente en Colombia se contiene principalmente en la constitución Política Nacional de 1991, en el Decreto 2811 de 1974 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, también se encuentran la Ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible).

En cuestión de decretos, se encuentran el Decreto 4741 de 2005, en el cual se reglamenta la prevención y manejo de residuos peligrosos generados en el marco de gestión integral. La reglamentación para la otorgamiento de licencias ambientales se encuentra en el decreto 2041 de 2014, en donde una entidad que genere un cambio considerable en el medio ambiente de cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada [13] [65].

Otra normativa importante para el manejo de residuos peligrosos es la resolución 1402 de 2006, esta responsabiliza a los generadores de residuos peligrosos de la gestión necesaria para la disminución de la producción de estos. La resolución 0062 de 2007, que habla del muestreo y caracterización de los residuos peligrosos dando información importante para los protocolos necesarios, la resolución 1362 de 2007 donde se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos y la resolución 0222 de 2011 que gestionan la generación de desechos más específicos como el Bifenilos Policlorados. La normativa existente en Colombia son el decreto 2107 de 1995, el decreto 1697 de 1997, el decreto 948 de 1995 y la resolución 0601 de 2006, las cuales establecen normas con respecto a la calidad del aire y su protección [66, 67, 68, 69].

Como se describió anteriormente, la legislación aplicable en Colombia para el manejo de residuos sólidos se basa en Políticas, Leyes, Decretos y resoluciones.

Entre las políticas aplicables está la Política Ambiental para la gestión Integral de Residuos o Desechos peligrosos del 2005, emitida por el MAVDT.

A continuación se listan las leyes relacionadas con los residuos Sólidos y una breve descripción.

- La Ley 99 de 1993 (FUNDAMENTO DE LA POLÍTICA AMBIENTAL COLOMBIANA) en donde se ordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente.
- LEY 1672 DE 2013 del Congreso de la república, por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.
- Ley 253 de 1996, por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989.
- Ley 1159 de 2007, Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Rotterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado previo a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos.

- Ley 1252 de 2008, Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Los decretos presentes con respecto a los residuos sólidos en Colombia se listan a continuación, al igual que la entidad reguladora y una breve descripción de cada uno.

- Decreto 2676 de 2000. Entidad: Presidencia de la República. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
- Decreto 1609 de 2002. Entidad: Presidencia de la República. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
- Decreto 1443 de 2004. Entidad: Presidencia de la República.Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones.
- Decreto 4126 de 2005. Entidad: Presidencia de la República. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000, modificado por el Decreto 2763 de 2001 y el Decreto 1669 de 2002, sobre la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
- Decreto 4741 de 2005. Entidad: MAVDT. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejó de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- Decreto 1299 de 2008. Entidad: MAVDT. Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 2820 de 2010. Entidad: MAVDT. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales
- Decreto 1076 DE 2015. Entidad: Presidencia de la República. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Su objeto prevenir la generación de residuos peligrosos, regular el manejo de los residuos generados, para la protección de la salud humana y ambiental.

Y finalmente la resoluciones existentes se encuentran a continuación, presentando la entidad y descripción.

- Resolución metropolitana 879 de 2007. Entidad: AMVA. Mediante la cual se adopta el Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá como instrumento de autogestión y autoregulación
- Resolución 1164 de 2002. Entidad: MAVDT. Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares.
- Resolución 1402 de 2006. Entidad: MAVDT. Por la cual se desarrolla parcialmente el

Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos

- Resolución 18-0273 DE 2012. Entidad: MME. por la cual se señala la vigencia de la normativa aplicable en materia de protección y seguridad radiológica
- Resolución 1362 de 2007. Entidad: MAVDT. Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos.
- Resolución 941 de 2009. Entidad: MAVDT. por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR, y se adopta el Registro Único Ambiental – RUA.
- Resolución 372 de 2009. Entidad: MAVDT. Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido, y se adoptan otras disposiciones.
- Resolución 503 de 2009. Entidad: MAVDT. Por la cual se aclara la Resolución 372 de 2009 mediante la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido y se adoptan otras disposiciones.
- Resolución 361 de 2011. Entidad: MAVDT. Por la cual se modifica la Resolución 372 de 2009.
- Resolución 1297 de 2010. Entidad: MAVDT. Por el cual se establecen los Sistemas de Recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores y se adoptan otras disposiciones.
- Resolución 1457 de 2010. Entidad: MAVDT. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones.
- Resolución 1511 de 2010. Entidad: MAVDT. Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de bombillas y se adoptan otras disposiciones.
- Resolución 1512 de 2010. Entidad: MAVDT. Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos y se adoptan otras disposiciones.

3.4.3. LEGISLACIÓN APLICABLE A RESIDUOS SÓLIDOS ESPECIALES Y POS CONSUMO EN COLOMBIA

Los residuos pos consumo son aquellos de consumo masivo que se generan en hogares, instituciones, comercios, entre otros, que son separados desde la fuente y son manejados de forma adecuada, promoviendo su recuperación o aprovechamiento.

A continuación se listan los decretos, resoluciones, relacionadas con los residuos Sólidos espe-

ciales y pos consumo con una breve descripción.

- Decreto 284 de 2018. Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 1512 del 2010. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones.
- Resolución 1457 de 2010. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones
- Resolución 1115 de 2012. por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital.
- Resolución 472 de 2017, mediante la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD).
- Resolución 1407 de 2018. Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques.
- Resolución 1675 de 2013. Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas.
- Resoluciones 1297 de 2010. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones.
- Resoluciones 1511 de 2010. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones.

Capítulo 4

Marco Teórico

4.0.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN SU PELIGROSIDAD

Los residuos sólidos tienen diferentes formas de ser clasificados, según su peligrosidad, según su composición y según su origen, en este trabajo se necesita reconocer sobre la clasificación según su peligrosidad. La clasificación principal de los residuos sólidos se divide en peligrosos y no peligrosos, en la figura 4.1 se encuentra un diagrama de dicha clasificación [70] [71].



Figura 4.1: Mapa conceptual clasificación residuos sólidos según su peligrosidad [70, 71]

4.0.2. DEFINICIONES IMPORTANTES SEGÚN CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

En el capítulo 3.2.1, se mencionan las clasificaciones existentes de los residuos sólidos, en esta sección se definirán conceptos relacionados con estas clasificaciones.

4.0.2.1. Residuos No Peligrosos

Los residuos no peligrosos se caracterizan por no presentar ningún riesgo para la salud humana y medio ambiental. Estos se clasifican en residuos reciclables, residuos no reciclables y residuos orgánicos biodegradables.

4.0.2.2. Residuos Peligrosos

El residuo peligroso es definido como todo tipo de residuo o desecho que por sus propiedades o características corrosivas, reactivas, explosivas, toxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden generar un daño y/o riesgo en la salud tanto del ser humano como al medio ambiente, de igual manera, es importante acotar que este concepto puede incluir todo tipo de envase, empaque o embalaje que haya tenido contacto con estos residuos [72].

Partiendo de los procesos productivos, los residuos de manejo especial pueden ser tanto peligrosos como no peligrosos esto depende de su composición y reacción posconsumo. Para este caso en residuos especiales peligrosos, los grandes generadores de residuos son aquellos que disponen más de 10 toneladas al año y normalmente, su manejo y control es competencia de las autoridades estatales [73]. Se caracterizan por ser residuos voluminosos, es decir que no pueden llevarse en un vehículo recolector, debido a su peso, tamaño, al igual que sus propiedades. Ejemplos de estos residuos son baterías, algunos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos dependiendo de su composición, recipientes impregnados de sustancias peligrosas, filtros de aceite, entre otros [73].

4.1. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

En esta sección se definirán los tipos de residuos según su gestión, recolección, separación y disposición teniendo en cuenta el código de colores de la Resolución 2148 de 2019, esto con el fin de poder utilizar estos conceptos en el desarrollo de la separación en la fuente.

4.1.0.1. Residuos Sólidos Aprovechables

Los residuos aprovechables son el plástico, vidrio, metales, madera, papel, y cartón, los cuales deben ser depositados limpios y secos para facilitar el almacenamiento y tratamiento [74].

Los residuos plásticos se refieren a aquellos elementos que fueron descartados por el consumidor después de terminar su ciclo de utilidad o valor. Están fabricados a partir de polímeros con moléculas derivadas del petróleo.

El tipo de plástico es importante a la hora de separación, recolección y posterior reciclado. Los plásticos se clasifican según su materia prima, guiándose con el Símbolo Universal de Reciclaje

de la SPI (Society of the Plastics Industry). Los siete tipos de plástico y su respectivo código son [74]:

1. Polietileno Tereftalato (PET).
2. Polietileno de alta densidad (PE-HD).
3. Polivinilcloruro (PVC).
4. Polietileno de baja densidad (PE-LD).
5. Polipropileno (PP).
6. Poliestireno (PS).
7. Otros plásticos (OTHER) como los usados para fabricar, CD's, botellones de agua, carcasas de computadores, empaques de carnes frías, entre otros.

Con respecto al vidrio se puede depositar en bolsa blanca el vidrio curvo, envases de vidrio, botes y frascos de conservas, salsa, mermeladas. Los metales permitidos como residuos aprovechables son las latas de aluminio, latas de pintura, latas de aerosol, latas de acero con la especificación de que deben encontrarse vacías, también aluminio, metales ferrosos, etc. Para el papel y el cartón los elementos a tener en cuenta son papel de archivo, cuadernos, cartas periódicos, revistas, carpetas, folletos, cartón corrugado, cajas, entre otros con la condición que se encuentren limpios [74].

Los residuos sólidos de vidrio, madera, metálicos, papel y cartón se caracterizan según su composición.

Para el caso de los residuos solidos de vidrio la composición básica es la arena de sílice (SiO2), carbonato de sodio (Na2CO3) y caliza (CaCO3). Las características de estos residuos son su dureza, fragilidad, translucidez y de carácter inorgánico. Los productos de vidrio son comúnmente botellas, ventanas, floreros, adornos, entre otros [75].

Seguidamente los residuos sólidos de madera se compone de fibras de celulosa y lignina, hemicelulosa y otros componentes orgánicos. Sus características principales son flexibilidad, resistencia y origen natural. Normalmente se utiliza para hacer muebles, casas, artesanías, herramientas, armarios, mesas sillas, partes de vehículos, entre otras, lo que después de su ciclo de vida son depositados como residuos [76].

Entre los residuos sólidos metálicos se encuentran electrodomésticos, aparatos electrónicos, ollas, sartenes, cubiertos, bicicletas, piezas de vehículos, herramientas, cañería, llaves, entre otras. Se caracterizan por ser conductores, tanto de calor como electricidad, ductilidad, dureza, alta densidad, etc [77].

Finalmente, los residuos de papel y cartón (capas de papel superpuestas) los cuales están compuestos por pulpa de celulosa. Son elaborados a partir de una pasta de fibras vegetales trituradas y puestas en agua. Los residuos sólidos de papel y cartón son hojas, cuadernos, libros, bolsas de papel, cajas de cartón, cartón corrugado, entre otros [78].

4.1.0.2. Residuos Sólidos no Aprovechables

Los residuos no aprovechables correspondientes al recipiente negro para generadores domésticos son: papel o cartón encerado, plastificado, pañales, papel higiénico, hilo dental, esponjas, madera pintada, arena para gato, etc. [74].

La razón de que estos residuos se consideren como no aprovechables, se debe a su condición de alteración o daño al medio ambiente, o a la salud de los seres humanos y vivos en general [79].

Los residuos ordinarios son aquellos que son generados en labores normales y comunes, son de características no peligrosas y normalmente son recolectados y tratados por empresas públicas de aseo. El origen de estos residuos son oficinas, áreas comunes, cafeterías, auditorios, generados por las actividades humanas comunes alimentación, saneamiento, limpieza, etc [80].

4.1.0.3. Residuos Sólidos Orgánicos Aprovechables

El origen orgánico de los desechos es su mayor condición para que un residuo se clasificado en esta categoría, también se les define como biodegradables [79].

Estos residuos sólidos pueden ser fuente de contaminación ambiental al no realizar un buen manejo, debido a sus altos contenidos de materia orgánica, mineral y presencia de metales pesados, también patógenos vegetales y animales, o debido a contaminación con residuos peligrosos [79].

Comúnmente, los residuos sólidos orgánicos se pueden clasificar como restos de comida, excretas de animales y restos de jardín o material vegetal, residuos agrícolas, frutícolas, forestales, vegetales y residuos orgánicos aprovechables como papeles, cartones húmedos o con trazas de alimentos, cabello, plumas, entre otros [74] [81].

Estos residuos se definen como aprovechables debido a sus cualidades de recuperación, reincorporación al ciclo y posibilidad de un manejo integral eficiente. Su gestión se realiza por medio de la reutilización, reciclaje, incineración con fines de aprovechamiento energético, compostaje, lombricultivo, biodigestores, gasificación, entre otras [79].

A continuación se tratarán los temas correspondientes a la Gestión Ambiental de residuos sólidos, una guía de separación en la fuente. Según la Guía técnica Colombiana GTC 24, se debe realizar una separación de los residuos sólidos desde la fuente, es decir, los generadores. Aunque no exista un código estipulado a nivel internacional, en Colombia se maneja un sistema el cual se basa en clasificar los tipos de residuos y asignarles un color del contenedor (bolsas, basurero..) para poder identificar su manejo fácilmente. Este sistema se divide en dos sectores, el doméstico y el industrial, comercial institucional y de servicios, pero en 2019 este fue actualizado por medio de la resolución 2184 de 2019, unificando los dos sectores y facilitando su separación y recolección, una de las principales causas de esta actualización fue dar un uso Racional de bolsas plásticas [82].

La resolución 2184 implementa un código de colores para la correcta separación de residuos sólidos en el territorio nacional, el cual se clasifican los residuos sólidos en tres colores diferentes el cual es el blanco (Residuos aprovechables), negro (Residuos No aprovechables) y verde (Residuos orgánicos aprovechables)[74].

En la figura 4.2 se encuentra una representación gráfica del código de colores mencionado anteriormente [74].



Figura 4.2: Código de colores para manejo de residuos sólidos no peligrosos [74]

Con respecto a residuos diferentes a los incluidos anteriormente se recomienda establecer un código de colores institucional. Al igual que consultar la normatividad estatal que establezca el código de colores[82].

4.2. CLASIFICACIÓN DE UN RESIDUO SÓLIDO PELIGROSO

El Decreto 1076 de 2015 incluye el decreto 4741 de 2005, Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de gestión integral, se presenta unas condiciones o características las cuales definen a un residuo como peligroso. La caracterización utilizada se llama CRETIBER, estas siglas representan las ocho características las cuales se listan a continuación [83]:

- Corrosividad: Característica que hace que un residuo o desecho por acción química, pueda causar daños graves en los tejidos vivos que estén en contacto o en caso de fuga puede dañar gravemente otros materiales, y posee propiedades acuosas y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5 unidades o puede presentar propiedades líquidas y corroer el acero a una tasa mayor de 6.35 mm por año a una temperatura de ensayo de 55 ºC. [84].
- Reactividad: se refiere a aquellos residuos que son inestables, es decir, que pueden llegar a provocar una reacción violenta, pero no necesariamente crear explosión. Se pueden generar gases tóxicos, vapores y humos al formarse una mezcla corrosiva con el agua. También pueden crearse explosiones dependientes de los estándares ambientales, como la temperatura o presión, o si el lugar en donde se encuentra está confinado [83].
- Explosividad: Se conoce como la capacidad de producir reacciones estado sólido o líquido de manera espontánea, por reacción química, puede desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la salud humana y/o al ambiente [84].
- Toxicidad: Característica que depende de si un desecho o residuo puede generar lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud humana e incluso la muerte, si el residuo es ingerido, inhalado o está en contacto con la piel [83].
- Inflamabilidad: Característica en la que un residuo es una fuente de ignición potencial, al ser sometido a condiciones de presión y temperatura no controladas. Los residuos pueden ser Sólidos, líquidos o gaseosos [83].
- Riesgo biológico: Es aquel que puede provocar una enfermedad infecciosa, al manipularlo.
- Ecotóxico: Son aquellos que si se liberan, pueden generar daños en el ambiente, afectando sistemas biológicos debido a la bioacumulación [83].
- Radiactividad: Residuos que emiten elementos como neutrones alfa, beta, gama o rayos X a niveles peligrosos, también puede emitir partícula atómicas como protones y electrones [83].

En la Figura 4.3 se encuentra un diagrama con el CRETIBER, está información se utilizará para poder realizar la separación, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos que contienen sustancias con características de CRETIBER.

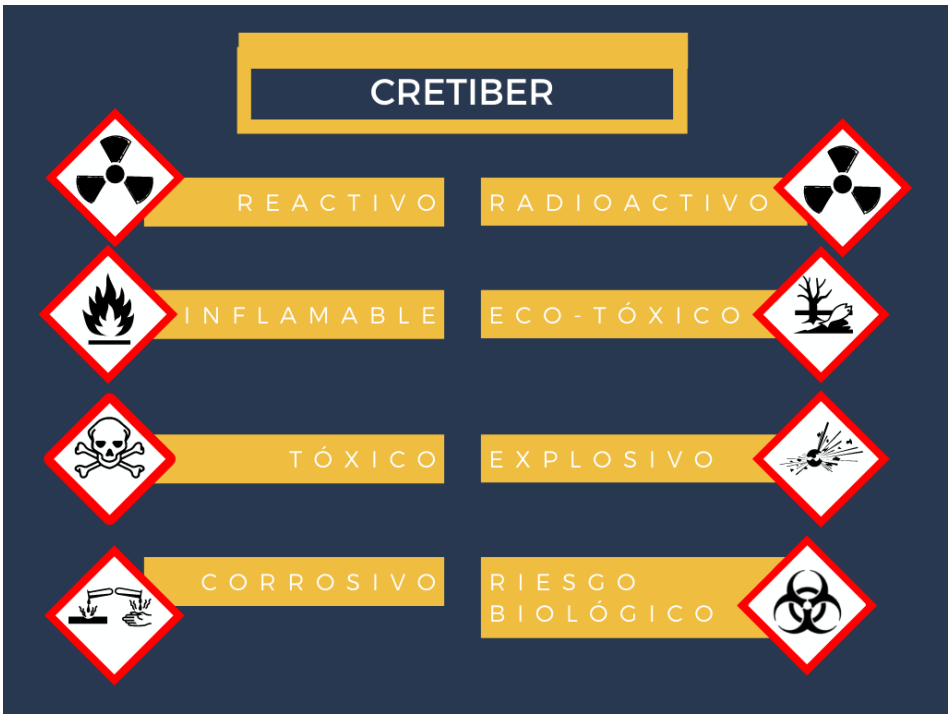


Figura 4.3: Clasificación de los residuos peligrosos según el CRETIBER [85]

4.3. CONTENIDO DE UN PLAN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PMIRS

El Manual Para El Manejo Integral De Residuos En El Valle De Aburrá, contiene los principales aspectos a tener en cuenta para realizar un Manejo Integral de Residuos, teniendo presentes las políticas nacionales y la normatividad aplicable y vigente para los residuos sólidos, en el cual se establecen las siguientes etapas para dicho manejo [85]:

- Diagnóstico: En esta etapa se realiza una revisión de la situación de la organización en el tema de manejo de residuos, con lo cual sea posible identificar aciertos y errores para escoger las alternativas que mejor favorezcan el aprovechamiento de tales residuos así como los beneficios ambientales y económicos para la organización.
- Definición de objetivos y metas: Teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico, es importante formular objetivos y metas consecuentes con las condiciones y necesidades de la organización.
- Prevención, minimización y separación en la fuente: Mediante la adopción de buenas prácticas de manejo de residuos como: la reutilización de elementos, optimización de procesos, reciclaje, entre otros.

- Separación en la fuente: Se debe disponer de los recipientes adecuados, para realizar una separación inicial de los residuos. Estos recipientes deben cumplir con el color que le corresponda dependiendo del tipo de residuo que se deposite, deben tener el tamaño adecuado y estar ubicados estratégicamente.
- Recolección: Dentro de la organización se debe definir una ruta de recolección interna de los residuos, con frecuencia de recogida y puntos de recolección, la frecuencia depende de la capacidad de almacenamiento y el tipo de residuo. Igualmente, el tiempo de permanencia debe ser el mínimo posible, principalmente si los residuos son peligrosos.
- Almacenamiento: Se deben revisar las características del lugar de almacenamiento, el cual debe ser central, y de ser necesario sitios de almacenamiento intermedios si la organización cuenta con grandes áreas de generación o cuando la edificación cuenta con varios niveles. El almacenamiento y manejo de los residuos peligrosos, se debe hacer teniendo en cuenta el Decreto 1076 de 2010 en su título 6, para no superar el tiempo máximo de almacenamiento de este tipo de residuos, así como el manejo que se debe darle a éstos.
- Aprovechamiento y disposición final: Dependiendo de las características de los residuos, así como de las capacidades con las que cuente la organización se debe seleccionar los procesos para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos generados, donde se cumpla con la normativa actual y cuidando siempre de generar el menor impacto ambiental posible.
- Manejo externo: En este ítem, es imprescindible la identificación de la empresa contratada para el manejo externo de los residuos cuando estos salen de la organización, asegurándose que estas cuenten con los instrumentos y permisos de acuerdo con las normas vigentes.
- Plan de contingencia y seguimiento. Se deben evaluar escenarios de riesgo dentro de la organización, como la posibilidad de enfrentarse a situaciones de emergencia, las cuales se pueden prevenir aplicando normas legales y técnicas. El seguimiento permite la verificación del cumplimiento de las medidas propuestas.

Capítulo 5

Diagnóstico de las Empresas Estudiadas

5.1. OBSERVACIÓN

La siguiente sección corresponde a la observación realizada en la etapa 2 del trabajo de los talleres aeronáuticos, donde se realizaron visitas para el registro fotográfico, encuestas al personal, solicitud de información correspondiente y reconocimiento del entorno de estudio.

Se realizaron visitas a los hangares de Industrial Aeronáutica y Sialas, localizados en el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera, en la figura 5.1 se encuentra la ubicación de los hangares y el centro de acopio de residuos donde se realizaron los procesos de investigación.

5.1.1. INDUSTRIAL AERONÁUTICA S.A.S

El proveedor de mantenimiento Industrial Aeronáutica S.A.S. actualmente cuenta con dos Hangares en el EOH, el Hangar 23 y el 27, en los cuales se atienden aeronaves como Beechcraft C90, ATR 42, ATR 72, Sirrus y Pilatus.

Dentro de estos hangares se encuentran diferentes áreas de trabajo, como el taller de compuestos, laboratorio de baterías, área principal de mantenimiento, donde se desarrollan las tareas básicas, taller de pintura, laboratorio de curado, taller de estructuras y próximamente taller de



Figura 5.1: Ubicación de centros de estudio en el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera

hidráulica.

Estas diferentes áreas a parte de tener los equipos e instrumentos necesarios para las actividades de mantenimiento, también poseen diferentes recipientes para el almacenamiento de residuos.

5.1.1.1. Reunión de Contextualización y Recopilación de Información

Como primer acercamiento al Taller Industrial Aeronáutica S.A., se realizó una reunión virtual, por medio de la plataforma Microsoft Teams. A continuación se encuentra el acta correspondiente.

- FECHA: 25 de enero de 2021
- HORA: 14:00 – 15:00
- ASISTENTES:
  - El ingeniero Director de mantenimiento de Industrial Aeronáutica.
  - Las autoras de este trabajo de grado.
  - El director de este trabajo de grado.

- TEMAS TRATADOS: Las autoras, con la guía del director, plantearon los siguientes temas

a ser tratados en la reunión:

- Tipo de servicios de mantenimiento que realiza El Taller Industrial Aeronáutica S.A.
- Tipo de aeronaves o flotas atendidas.
- Duración promedio de cada uno de los servicios que la empresa ofrece.
- Promedio de servicios de mantenimiento que la empresa ejecuta al año.
- Cantidad de hangares disponibles para brindar servicios de mantenimiento a las aeronaves en el aeropuerto Olaya Herrera.
- ¿El Taller Industrial Aeronáutica S.A. cuenta con algún plan de manejo de residuos? ¿Cómo se realiza y que elementos utilizan? ¿Qué área y personal está encargada de este tipo de procedimientos?

- CONTENIDO.

El ingeniero Director de mantenimiento de Industrial Aeronáutica, indica que en 2019 el taller Industrial Aeronáutica S.A. tuvo un número significativo de servicios mayores (Servicios C), la cantidad de residuos que se generaron llegó a su pico mas alto, debido a que fue la temporada de mayor trabajo.

Relaciona los tipos de residuos que se generaron en 2019 en el Taller Industrial Aeronáutica S.A.: Guantes de nitrilo contaminados por hidrocarburos, Latas de Aceites, fluido hidráulico, tarros de sellantes, lubricantes, derivados del petróleo, galones de químicos en la limpieza de interior (Alcohol isopropílico, Butíl, Isoforona), solventes para limpieza de los trenes de aterrizaje.

Se hicieron las siguientes preguntas a lo largo de la conversación: ¿cuántos residuos se generaron en cada servicio?, ¿Qué tipo de residuos eran?, ¿Qué manejo y disposición se realizó con respecto a estos residuos?.

El ingeniero da respuesta a las preguntas, argumentando que, aunque no existe un registro de los residuos y su disposición, debido a que no hay un programa establecido de gestión y manejo de residuos, existen registros de canecas de pintura, tarros de hidráulico, tarros de aceite, materiales; los cuales son limpiados y llevados a su disposición final como chatarra, debido a que estos tienen un valor posterior por este concepto. También datos generales de tablas cuantitativas realizadas en los servicios como personal, piezas, herramientas, lubricantes, entre otros. En las tareas de cada servicio mayor dejan estas evidencias para su seguimiento. También se puede determinar a lo largo del año 2019, las compras generadas de los productos químicos de limpieza, cajas de guantes, tarros de lubricantes, entre otros, y por medio de datos estadísticos de un servicio se propone estimar el de todos.

Tipo de aeronaves o flotas atendidas: Beechcraft C90, ATR 42, ATR 72, Sirrus, Pilatus,

Flota EasyFly: ATR 42-600 y ATR 72, (Flota Policía Nacional a la cual también se le realizan servicios: ATR 42-321, ATR 42-500).

El Taller Industrial Aeronáutica S.A. no solo tiene servicios de mantenimiento de aeronaves, sino que también cuenta con talleres de mantenimiento autónomos como taller de baterías, compuestos, estructuras y próximamente un taller de hidráulica y de ruedas, donde se realizará overhaul de ruedas, inspecciones de NDT, tratamientos de sandblasting con óxido de aluminio. Todos estos talleres generan desechos y también puede ser una línea interesante para el proyecto.

Los residuos de papel no tienen un manejo de reciclaje o tratamiento, solo se deposita en recipientes para su posterior recolección por el sistema de basuras municipal.

- RESPUESTAS.

¿Qué tipo de servicios de mantenimiento realiza el Taller Industrial Aeronáutica S.A y que tipo de aeronaves o flotas son atendidas?

- Servicios de Mantenimiento: Servicios Mayores, Servicios A: A1, A2, A3 y A4, Servicios C (C-Check): C1, C2, C3. Mantenimiento de Línea (Tránsitos y pernoctas): (Reposición de fluidos, órdenes de ingeniería, diario, semanal, de tránsito)

Algunas Aeronaves específicas: ATR 42-500, ATR 42-600, Beechcraft C90.

¿Cuánto dura en promedio cada uno de los servicios que el taller ofrece? ¿Cuántos servicios de mantenimiento pueden ejecutar en promedio al año?

- Los servicios de mantenimiento en el año con mayor producción en el Taller Industrial Aeronáutica S.A. sumaron 13 servicios mayores, 11 servicios de Easyfly y 2 servicios exteriores.

Un servicio mayor normalmente dura un mes y con tareas adicionales un mes y medio.

¿El Taller Industrial Aeronáutica S.A. cuenta con algún plan de manejo de residuos? ¿Cómo se realiza y que elementos utilizan? ¿Qué área y personal está encargada de este tipo de procedimientos?

El Taller Industrial Aeronáutica S.A. no cuenta con un plan de manejo específico, solo lo general almacenamiento en recipientes de colores según el tipo de residuo y recolección normal de estos por parte de saneamiento municipal.

- CONCLUSIONES.

El contenido de esta reunión es insumo base para reconocer el estado del Taller Ingeniería Aeronáutica S.A. respecto al manejo de residuos sólidos, la magnitud de la empresa, clase de servicios que ofrece y el alcance de sus instalaciones en el aeropuerto EOH.

Se define realizar el proyecto con el año de mayor movimiento de servicios de mantenimiento, porque pueden quedarse fuera varios temas importantes que pueden servir a

futuro para la gestión de los procesos de mantenimiento de la empresa.

Finalmente se acordó programar unas visitas para ampliar la información, hacer registro fotográfico del manejo de los residuos y de ser posible, presenciar alguno de los servicios de mantenimiento para observar la generación de residuos. Todo esto quedó sujeto a posterior aprobación de la administración de la empresa desde Bogotá.

Debido a cambios de administración, solo se obtuvo autorización para realizar una sola visita y no fue posible luego presenciar servicios de mantenimiento ni obtener información registrada de los elementos consumidos en los servicios de mantenimiento.

5.1.1.2. Registro Fotográfico

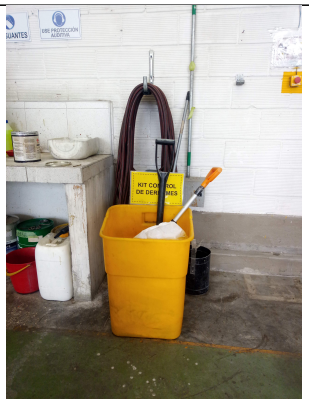
Durante la visita realizada en el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera al taller aeronáutico Industrial Aeronáutica S.A.S se realizaron registros fotográficos de áreas concernientes al manejo de residuos sólidos. En las Tablas 5.1 y 5.2, se encuentra el registro fotográfico tomado en los hangares de Industrial Aeronáutica de los diferentes recipientes utilizados para la recolección de residuos.

Tabla 5.1: Registro fotográfico de recipientes y canecas dentro del hangar 23 de Industrial Aeronáutica S.A.S

Nombre	Imagen	Descripción
Zona de separación de residuos		Esta zona se encuentra en el Hangar 23 del EOH, los recipientes en esta área son rojo (Residuos peligrosos), gris (cartón y papel) y verde (ordinarios)
Residuo de producto para recoger derrames de aceites y combustibles		Arena o aserrín que se aplica sobre un derrame para absorber el residuo líquido

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.1.

Nombre	Imagen	Descripción
Punto ecológico en hangar 23		Recipiente verde (ordinarios), gris (cartón) y azul (plásticos) y el recipiente de residuos de derrames líquidos
Contenedores de residuos líquidos		Contenedores metálicos y plásticos para almacenar los residuos líquidos generados en la operación generalmente lubricantes y combustibles
Equipo para la recolección de derrames		Localizado en la parte trasera del hangar, cerca a una zona húmeda.
Bolsa con residuos de materiales utilizados para la recolección de derrames de líquidos		Bolsa roja con arena o aserrín utilizado para la recolección de derrames líquidos, sin un puesto definido

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.1.

Nombre	Imagen	Descripción
Punto ecológico		Ubicado en el hangar 23, cuenta con contenedor verde, gris y rojo
Residuos sólidos		Ubicados a un lado del punto ecológico, dispuestos en un único contenedor y separados solo por la bolsa plástica del color correspondiente al tipo de residuos.
Caneca plástica para depósito de residuos de papel y cartón.		Ubicada en el hangar 23, cerca de elementos usados para el mantenimiento de las aeronaves (No tiene una zona delimitada que permita distinguir el acceso a un punto ecológico).
Vehículo de transporte de residuos sólidos		Vehículo en el que se transportan los residuos desde los hangares hasta el centro de acopio de residuos.

Tabla 5.2: Registro fotográfico de recipientes y canecas dentro del hangar 27 de Industrial Aeronáutica S.A.S

Nombre	Imagen	Descripción
Punto ecológico entrada hangar 27		Recipiente gris (cartón), verde (ordinarios), azul (plásticos) y gris más pequeño para residuos con riesgo biológico (solo tapabocas)
Área ecológica esquina Hangar 27		Punto ecológico con los tres recipientes para la separación de residuos
Recipiente para equipo de protección personal (EPP) en laboratorio de Compuestos		Único contenedor de residuos dentro del taller de compuestos

Continúa Tabla 5.2.

Nombre	Imagen	Descripción
Recipiente en laboratorio de Curado		Único contenedor existente en el laboratorio de curado, donde se depositan residuos relacionados con resinas
Punto verde hangar 27		Botes recolectores verdes (ordinarios), gris (cartón), azul (plástico), negro (riesgo biológico), contenedor de baterías y contenedor beige (Orgánicos)
Caneca verde (Orgánicos aprovechables) sin señalización		Ubicada en el hangar 27, cerca al área cero, donde se depositan temporalmente los elementos que se remueven de las aeronaves durante su mantenimiento.

Continúa Tabla 5.2.

Nombre	Imagen	Descripción
Punto ecológico hangar 27		Caneca roja (RESPEL), blanca (Aprovechables) y azul (Plásticos)
Contenedor área de pintura		Contenedor de residuos de pintura temporal
Recipientes para contener los residuos de pinturas		Envases plásticos para el almacenamiento de residuos líquidos de pintura y una caneca plástica gris para depósito de residuos de papel y cartón

Continúa Tabla 5.2.

Nombre	Imagen	Descripción
Caneca azul		Contenedor de plásticos, sin señalización y ha perdido su color.
Área contigua al cubo azul		El cubo azul está contiguo a una puerta, donde se encuentra el almacén
Contenedor de combustible		Almacena el combustible extraído de las aeronaves cuando se realizan procesos de mantenimiento de las aeronaves relacionados

5.1.2. SIALAS S.A.S

Servicios Integrales Aeronáuticos (SIALAS) S.A.S. es un taller aeronáutico el cual realiza servicios para Aeronaves clase 1 y estructuras para aeronaves clase 1, realiza mantenimiento a aeronaves 19 matrícula G y 14 aeronaves de operadores, como Piper PA-34 Seneca y sus variantes 200, 220, 220T, Piper PA-31-350 Navajo, Cessna T303, 182 (Skylane), 185 (Skywagon), 206, 402, 340 y 208 (Caravan). Su centro de operaciones se encuentra en el Aeropuerto Olaya Herrera, en la zona de hangares (Hangar 83). SIALAS se dedica a Mantenimiento y reparación especializado de equipo de transporte.

En la Tabla 5.3 se encuentra el registro fotográfico realizado en la fase de observación de las instalaciones del taller SIALAS S.A.S. donde se observa la localización de las áreas de trabajo, puntos de recolección y disposición de residuos y áreas de almacenamiento.

Tabla 5.3: Reconocimiento de las áreas de trabajo, almacenamiento, recolección de residuos de Taller aeronáutico SIALAS SAS

Nombre	Imagen	Descripción
Ubicación Almacén		El almacén de herramientas y partes se encuentra en el primer piso del hangar al fondo de la entrada

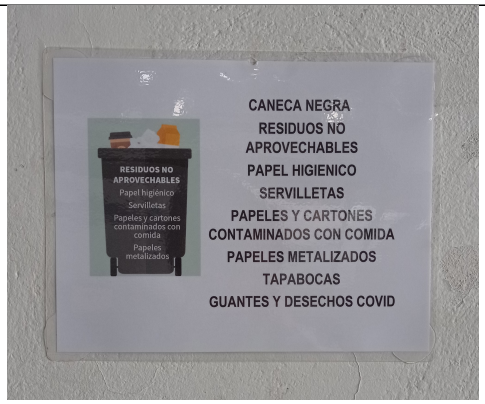
Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.3.

Nombre	Imagen	Descripción
Organización del punto de recolección principal del hangar		El punto de recolección se encuentra a un extremo de taller, cerca del lavamanos y del almacén, ubicada en el punto de recolección principal.
Contenido caneca azul oscuro		El contenido de la caneca azul es papel usado utilizado para secarse las manos principalmente
Señalización de la caneca blanca y tipos de contenidos		La señalización de caneca blanca indica los materiales que van dentro de ella, los cuales según el cartel son: residuos aprovechables, plástico, cartón, vidrio, papel, metales.

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.3.

Nombre	Imagen	Descripción
Señalización caneca negra		En el cartel se indica que la caneca negra debe contener residuos no aprovechables, papel higiénico, servilletas, papeles y cartones contaminados con comida, papeles metalizados, tapabocas, guantes y desechos COVID
Contenido de la caneca gris		La caneca gris contiene plásticos se desconoce si limpios o sucios
Recipientes localizados cerca a el centro de recolección		Los dos recipientes se utilizan para recolectar restos de objetos extraños (en ingles *ForeingObjectDebris* F.O.D) y tapas plásticas en el recipiente de tapa amarilla

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.3.

Nombre	Imagen	Descripción
Contenido del recipiente con FOD		El recipiente contiene residuos y objetos extraños que se van encontrando en el piso del hangar y que pueden contribuir a daños en las aeronaves durante los procedimientos de mantenimiento.
Contenedor con residuos comunes		El contenedor es de color verde y se encuentra afuera del hangar con el objetivo de que pueda ser fácilmente recogido por el vehículo recolector municipal. El contenedor tiene residuos varios comunes

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.3.

Nombre	Imagen	Descripción
Recipiente con lodos		El recipiente contiene restos de aceites y fluidos utilizados en mantenimiento
Zona de almacenamiento de residuos		En esta zona se encuentran recipientes con aceites considerado como sustancia peligrosa, se localiza en la parte trasera del hangar. La etiqueta en la pared de Aceite usado se encuentra muy desprendida y de difícil lectura.
Acercamiento a la zona de almacenamiento		El suelo de esta zona se encuentra con aserrín para absorber los derrames y exceso de aceite en el piso.

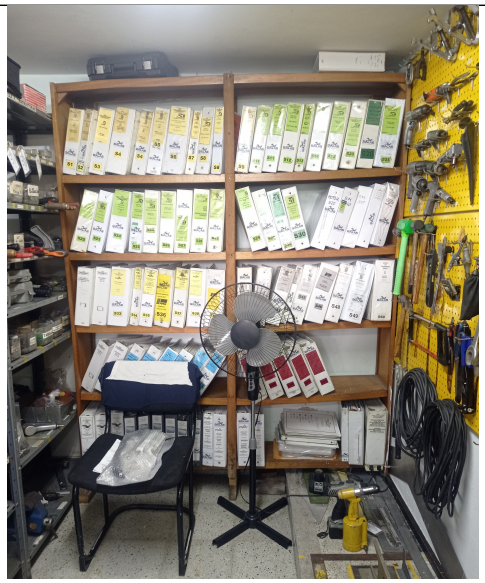
Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.3.

Nombre	Imagen	Descripción
Lugar con baldes recolectores de aceite		En este lugar se ponen los baldes utilizados para transportar el aceite o líquidos de mantenimiento, para que el fluido restante dentro de ellos salga por gravedad, se puede observar que se derrama en tierra, que puede generar contaminación de fuentes de agua subterráneas al igual que daño de los suelos.
Zona con más residuos de mantenimiento		En esta área se encuentran neumáticos y llantas, se encuentra en la parte trasera del hangar, cerca a la zona de almacenamiento de residuos peligrosos
Artículos removidos de aeronaves		Estos artículos no se desechan, se entrega al propietario si este lo desea

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.3.

Nombre	Imagen	Descripción
Estantes dentro del almacén		Dentro del almacén las piezas se guardan en pequeños contenedores para clasificar y organizar, cada una de las piezas representa un residuo tanto, la pieza en sí al final de su ciclo de vida y los empaques utilizados para la comercialización de estas.
Manuales de mantenimiento		Los manuales se encuentran dentro del almacén, los cuales representan otro tipo de residuo post-servicio el cual es papel de 90 g.

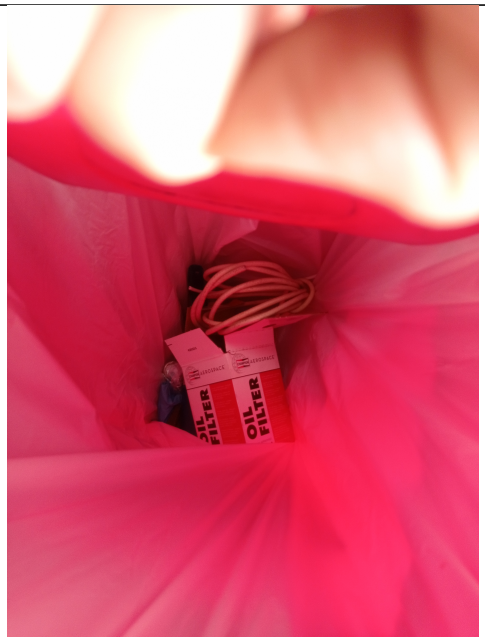
Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.3.

Nombre	Imagen	Descripción
Área de lavado de manos		En esta área se encuentra papelera para papel utilizado para el secado de manos, señalizaciones sobre higiene.
Contenido de recipiente grande azul claro		Dentro del recipiente se pueden encontrar plásticos y bolsas de colores varios con contenido desconocidos.

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.3.

Nombre	Imagen	Descripción
Contenido Recipiente Blanco		El recipiente blanco contiene artículos metálicos
Contenido Recipiente rojo		Al momento del registro el recipiente contiene guantes de látex usados, cables y cajas de filtro de aceite.

En la Tabla 5.4 se muestran algunos de los productos antes de convertirse en residuo, es decir aquellos productos que después de su uso dejan un residuo. Reconocer la caracterización de los residuos generados por empaques y envoltorios es complejo debido a los diferentes materiales utilizados en estos y el flujo de uso que se tiene en el almacén. Este registro se realiza con el fin de tener una idea de la cantidad de residuos que puede generar el taller.

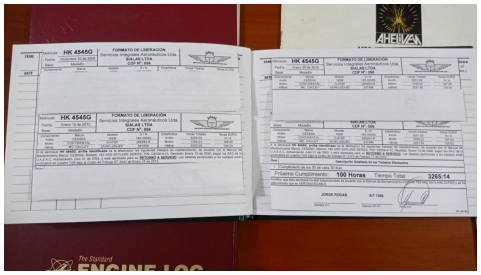
La tabla también muestra algunos de los documentos que son de obligatoria impresión, es decir, tener físicos los documentos para temas de revisión y certificación con la autoridad aeronáutica. Estos corresponden a posibles residuos sólidos de papel que se generen en el futuro, por cuestiones de actualización de normatividad o renovación de documentación.

La documentación que debe estar física en el taller son los listados a continuación:

- Documentos de trazabilidad de los componentes que incluyen: - Formatos de certificación de componentes en estado nuevo, reparados o de *overhaul*, los documentos de certificación de los componentes aeronáuticos ($FAAForm8130-3oEASAFormone.$).
- Tarjetas de inspección de recibo (Tarjeta amarilla).
- Certificación de liberación a servicio posterior al mantenimiento de la aeronave.

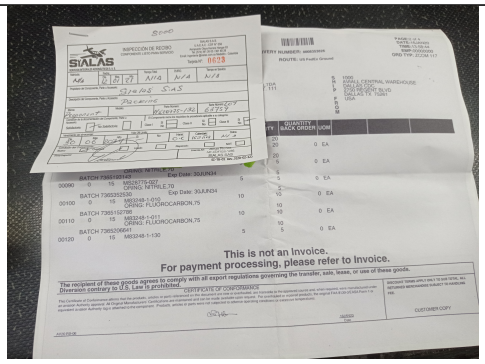
  Tarjetas de inspección de recibo (recuerden que es la misma tarj. amarilla) Certificación de liberación a servicio posterior al mantenimiento de la aeronave.

Tabla 5.4: Tipos de residuos generados por el Taller aeronáutico SIALAS S.A.S y documentación obligatoria en procesos de mantenimiento

Nombre	Imagen	Descripción
Logbock		En este libro se encuentran los stickers donde se describen las tareas realizadas en el componente, es un ejemplo de documentos obligatoriamente físicos en el taller, los cuales presentan un gasto de papel, pero no un residuo debido a que se conservan como registros.
Release del Componente		Son stickers los cuales se intenta sean lo más pequeños posibles para pegarlos en el logbook y ahorrar papel, ejemplo de documento obligatoriamente físico en el taller, los cuales presentan un gasto de papel, pero no un residuo debido a que se conservan como registros.

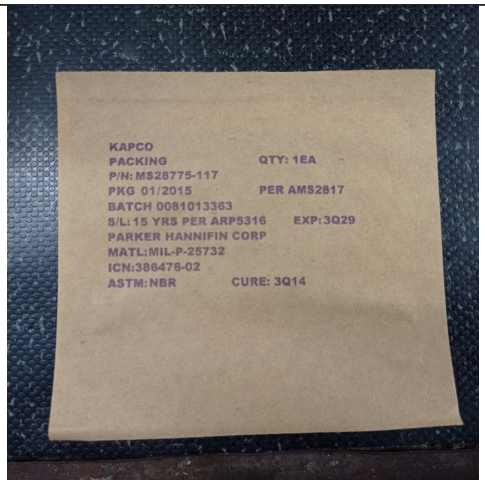
Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.4

Nombre	Imagen	Descripción
Tarjetas de papel en el almacén		Las tarjetas se utilizan para tener un registro interno de las piezas o productos que salen del almacén, con el fin de identificar la pieza y el responsable de su uso
Documentos de trazabilidad de las partes		El registro es tomado con el objetivo de identificar los documentos que deben estar en físico debido a regulaciones y requerimientos de inspección

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.4

Nombre	Imagen	Descripción
Envoltura plástica que contiene un único empaque de caucho (anillo) correspondiente a un repuesto aeronáutico		Este registro se realiza con el objetivo de exponer que la mayoría de piezas recibidas en el almacén están en empaques individuales
Envoltura de papel que contiene un único empaque de caucho (anillo) correspondiente a un repuesto aeronáutico		Este registro se realiza con el objetivo de exponer que la mayoría de piezas recibidas en el almacén están en empaques individuales

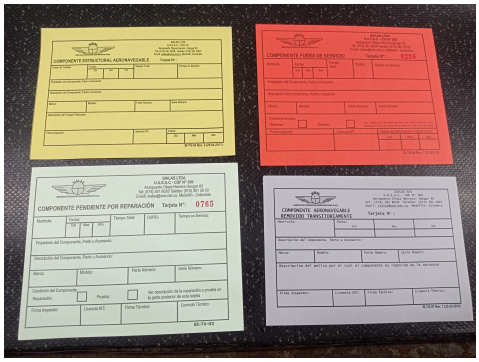
Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.4

Nombre	Imagen	Descripción
Envolturas plásticas (sin código de identificación, pero que por el tipo de envoltorio se puede tratar de polietileno de baja densidad ideal para fabricación de envases y bolsas, este tipo de plástico es reciclable) de productos que se adquieren por peso y no por unidad		Sujetadores para estructuras aeronáuticas (remaches) que provienen en envolturas plásticas, las cuales, una vez consumido el contenido, se convierten en residuo de mantenimiento.
Envolturas de productos que se adquieren por peso y no por unidad		Sujetadores para estructuras aeronáuticas (remaches) que provienen en envolturas plásticas, las cuales, una vez consumido el contenido, se convierten en residuo de mantenimiento.

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.4

Nombre	Imagen	Descripción
Etiquetas de identificación de partes		Este registro se realiza con el objetivo de mostrar la cantidad de papel que se utiliza en la identificación de partes (Componente pendiente por reparación, componente aeronavegable removido transitoriamente, componente estructural aeronavegable y componente fuera de servicio) esta identificación se debe utilizar en cada componente para reconocer su estado y finalidad
Lubricante WD-40		El Lubricante WD-40, aproximadamente cada 3 meses se utilizan 12 tarros de 11oz, están almacenados en el área administrativa, después de ser utilizado su contenido el recipiente pasa a ser un residuo peligroso.

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.4

Nombre	Imagen	Descripción
Residuos de filtros de aceite W100		Se recolectan todos lo filtros separados en una bolsa junto a los recipientes con aceite usado, para su posterior transporte al centro de acopio de residuos del aeropuerto EOH

En el Taller Aeronáutico SIALAS S.A.S la disposición de residuos es entregada a dos entidades, la primera es el servicio de gestión municipal de residuos y la segunda es la operadora de aeropuertos Airplane, la cual tiene un centro de acopio localizado al interior del aeropuerto donde se llevan la mayoría de los residuos, para su separación, recolección, manejo y posterior tratamiento. En la Tabla 5.5 se encuentra un ejemplo de la entrega de los residuos a ambas entidades.

Tabla 5.5: Recolección y entrega de residuos sólidos en el Taller aeronáutico SIALAS S.A.S

Nombre	Imagen	Descripción
Vehículo de transporte		Utilizado para transportar los residuos desde el hangar, hasta el centro de acopio de residuos del aeropuerto EOH
Bolsa Negra con filtros de aceite usados		Se utilizan dos bolsas para separar los filtros de aceite usados

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.5

Nombre	Imagen	Descripción
Proceso de entrega de aceites al centro de acopio del EOH		Sellado de los recipientes para prevenir derrames en el transporte
Carga de recipientes con aceite usado		Los técnicos encargados realizan el transporte manual desde la parte trasera del hangar hasta el vehículo transportador

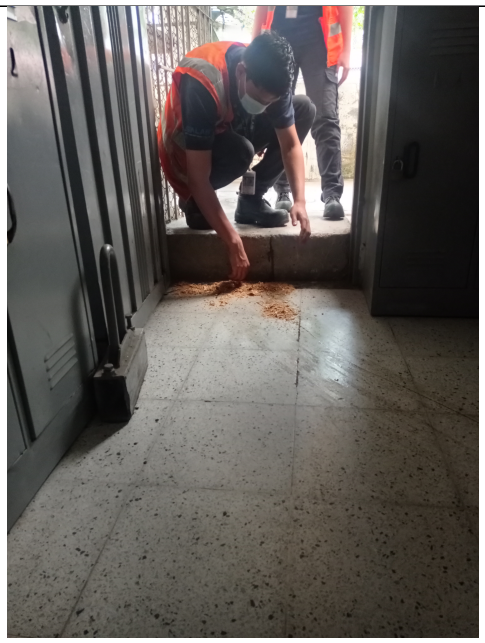
Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.5

Nombre	Imagen	Descripción
Derrame de aceite en el proceso de transporte		Durante el proceso de llevar los recipientes al vehículo, se presenta un derrame debido a que el recipiente se encuentra colmado de aceite usado
Derrame de aceite usado dentro del hangar		Se realiza la limpieza del aceite derramado con aserrín

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.5

Nombre	Imagen	Descripción
Derrame de aceite usado dentro del hangar		Se realiza la limpieza del aceite derramado con aserrín
Proceso de limpieza de derrames de aceite		Se realiza la limpieza del aceite derramado con aserrín

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.5

Nombre	Imagen	Descripción
Disposición del papel utilizado para la limpieza del derrame de aceite		Los papeles se depositaron en un recipiente con residuos comunes, no en recipientes especiales para residuos peligrosos
Proceso de aseguramiento de la carga		Se utiliza una cuerda para asegurar y juntar los recipientes, evitando caídas del vehículo de algún objeto transportado, sin embarlo los residuos no están debidamente etiquetados

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.5

Nombre	Imagen	Descripción
Proceso de transporte de los residuos al centro de acopio		Los técnicos encargados llevan el vehículo de transporte hasta el centro de acopio de residuos del EOH
Proceso de verificación de pureza del aceite		El personal encargado de separación de residuos en el centro de acopio revisan si el aceite no se encuentra contaminado con agua, combustible u otro producto

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.5

Nombre	Imagen	Descripción
Proceso de verificación de pureza del aceite		Con el uso de un recolector artesanal los encargados del centro de acopio revisan el estado del aceite y su pureza
Proceso de pesaje de los residuos		Se localizan los recipientes sobre una balanza para saber la cantidad entregada al centro de acopio y tener registro

Los residuos no peligrosos son recogidos por el vehículo recolector de residuos municipal, como se puede observar en las fotografías del grupo de figuras 5.2, esta recolección especifica contiene cajas de cartón y Vinipel entre otros materiales de empaque de partes.



(a) (b)

(c)

Figura 5.2: Registro de recolección de residuos comunes y reciclables no separados por parte del gestor municipal

En el Grupo de Figuras 5.3, se encuentran unos ejemplos de tareas de mantenimiento realizadas por el proveedor de mantenimiento aeronáutico SIALAS S.A.S. en donde se pueden evidenciar tareas básicas y a continuación una descripción del tipo de residuos que se pueden generar.

En las Figuras 5.3a y 5.3b, se encuentran imágenes de un proceso de reparación de un motor y su lavado, en este tipo de tareas se pueden encontrar residuos de papel o tela impregnados de contaminantes como aceite, lubricante combustible, pintura, entre otros. También se pueden encontrar componentes o partes que salieron de servicio, filtros de aceite usados y recipientes o envolturas restantes de productos utilizados en las tareas.

En el taller de baterías, imágenes que se muestran en las Figuras 5.3c y 5.3d, se encuentran baterías plomo-ácido y baterías selladas de gel. Las baterías de ácido se les realiza el mantenimiento y se vuelven a llenar con el ácido correspondiente, este ácido viene en botellas de plástico, el proveedor aeronáutico de mantenimiento realiza una limpieza de ellas para depositarlas como plástico limpio y las baterías selladas de gel no se les hace mantenimiento, estas al terminar su vida útil se le entregan al propietario para que realice la disposición. Esta área se encuentra en la parte trasera del hangar.



(a) Registro de reparación del motor y lavado



(b) Registro de reparación del motor y lavado



(c) Taller de Baterías



(d) Taller de Baterías

Figura 5.3: Registro de tareas de mantenimiento

5.1.2.1. Entrevista al personal

Al proveedor de mantenimiento aeronáutico SIALAS S.A.S se realizaron preguntas a diferentes colaboradores del taller, estas se encuentran a continuación con sus respectivas respuestas.

- ¿Qué es lo que más le preocupa en términos ambientales de la generación de residuos sólidos en la organización?

  - El uso de papel en la documentación necesaria para los procesos de mantenimiento es abundante, se utiliza una caja de resmas de papel cada dos meses, cada caja contiene 10 resmas de papel y cada resma trae 500 hojas, estas son utilizadas para documentación general. Y también se utilizan hojas de 90 g para la impresión de manuales de mantenimiento para que no se dañen fácilmente en la manipulación en tareas de mantenimiento (Área Control de calidad y Gerencia).

  - El drenaje de aceite de los recipientes se realiza en un área natural en contacto directo con la tierra, lo que genera contaminación de suelos y posible contaminación de aguas subterráneas (Técnicos de Mantenimiento).

  - El uso de guantes y utensilios de limpieza muchas veces no es utilizado en su totalidad, debido a que muchas veces un par de guantes es utilizado y es depositado como residuo sin estar sucio, al igual que con trapos y papel para limpiar que no es utilizado conscientemente, pensando en la reutilización y ahorro (Almacenista)).
- ¿Qué tipo de actividades le gustaría que la organización implementara con respecto al manejo adecuado de residuos sólidos?

  - La compra de más recipientes para realizar una mejor separación de residuos en la fuente (Jefe de Mantenimiento).

  - Compra de implementos y contenedores para el drenaje adecuado de recipientes con restos de aceite o sustancias (Jefe de Mantenimiento).

  - Disminución del consumo de papel (Área Control de calidad y Gerencia.).

  -Capacitaciones con respecto al manejo de residuos sólidos (Gerencia y técnicos de mantenimiento).
- ¿Los colaboradores de la organización tienen alguna capacitación con respecto al manejo de residuos sólidos?

  - Cuentan con el curso de carnetización virtual ofrecido por la operadora de aeropuertos Airplan (Gerencia).
- ¿Existe registro de la cantidad de residuos producida por las actividades de mantenimiento en la organización?

  - No, debido a que es muy difícil cuantificar la cantidad de consumibles y empaques de componentes que se generan en las tareas de mantenimiento (Almacenista).
- ¿Qué entidades realizan la gestión y control de los residuos sólidos que se generan en las

actividades de mantenimiento aeronáutico de la organización?

- La organización está bajo la revisión del área ambiental de la operadora de aeropuertos Aiplane, ellos realizan los cobros correspondientes a la cantidad de residuos generada por el taller, al igual que se encargan de controlar el manejo interno de los residuos en general (Área de Mantenimiento y gerencia).

- ¿Que fin tienen los componentes aeronáuticos fuera de servicio y son dispuestos con alguna guía para su manejo?

  - Cuando un componente queda fuera de servicio, se le coloca la tarjeta roja y se llenan los formatos correspondientes. Cuando son componentes tipo alternadores, arranques, etc, normalmente el propietario viene por él, a este se le hace firmar un formado de entregado que nos libra a nosotros de responsabilidades y donde se encuentra identificado el componente. Cuando el componente se queda en la empresa, normalmente son o-rings, sellos y empaques, estos son desechados y no es necesario deshabilitarlos (Gerencia).

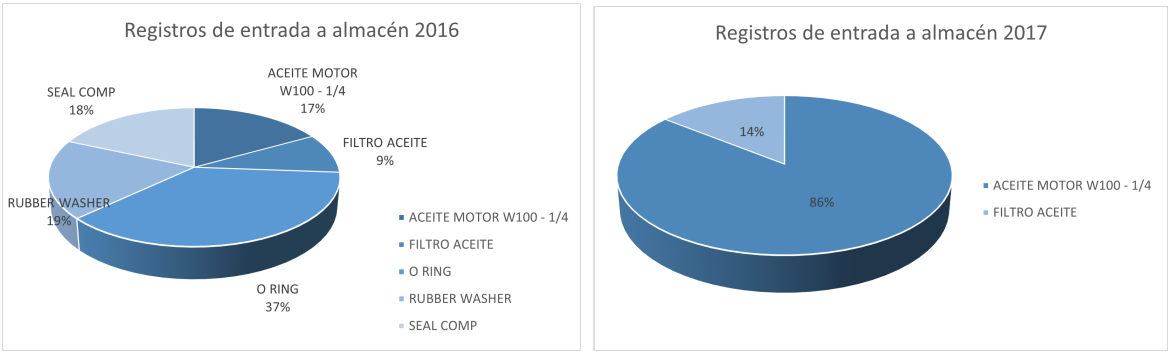
5.1.3. HISTÓRICO DE LUBRICANTES Y FILTROS

Durante el desarrollo de las visitas se obtuvo información sobre las entradas y salidas de *expendables* y algunos consumibles del almacén, utilizados en el mantenimiento de aeronaves. Las figuras 5.4a, 5.4b, 5.5a, 5.5b y 5.6 muestran los porcentajes de elementos como pasta de frenos, filtros de aceite, aceite de motor W100, bujías, O rings, entre otras. Estos elementos son registros de almacén entre el año 2016 y 2021.

La relación existente entre el registro de entradas y salidas del almacén con los residuos sólidos es que los componentes, partes y suministros que entran al almacén serán utilizados en procesos de mantenimiento y estos generarán un residuo como su empaque, contenedores de líquidos, papel envoltorio, o en el caso de cambios de componentes; a la entrada de uno nuevo, el reemplazado probablemente se convirtió en un residuo del mantenimiento.

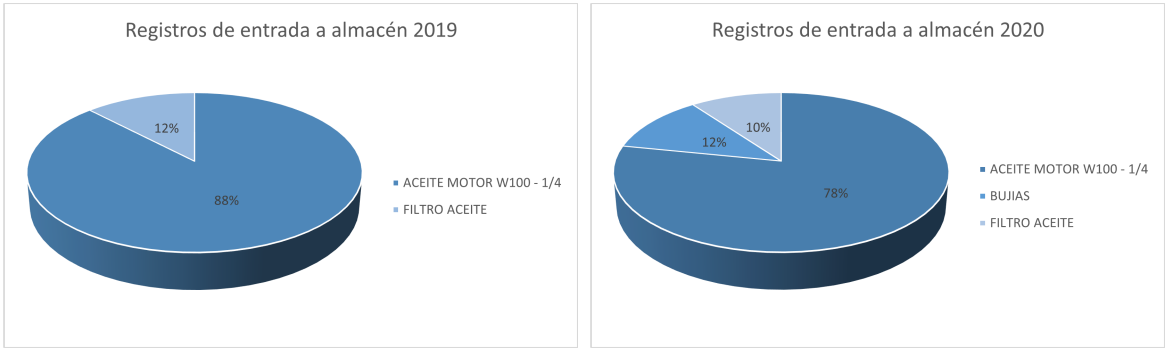
5.1.4. HISTÓRICO DE INSUMOS REGISTRO DE ALMACÉN DE HERRAMIENTAS Y PARTES

Durante el desarrollo de las visitas se obtuvo información sobre el registro de almacén de algunos elementos usados durante el mantenimiento de las aeronaves. Las figura 5.7 se muestra el total de elementos que salieron del almacén de herramientas y partes, como sujetadores y empaques desde el año 2019 hasta lo corrido del año 2021 (hasta el mes de junio). La figura 5.8, muestra por categorías el total de los insumos usados para el mantenimiento para los años 2019, 2020,



(a) Año 2016 (b) Año 2017

Figura 5.4: Registro de lubricantes y filtros 2016 y 2017



(a) Año 2019 (b) Año 2020

Figura 5.5: Registro de lubricantes y filtros 2019 y 2020

2021. Se puede observar que en lo corrido del año 2021, hasta el mes de junio, se llevarían menos componentes usados al finalizar este año si se duplica esa cantidad, esto se puede relacionar con la pandemia que ha afectado la cantidad de servicios que ha prestado la empresa. Sin embargo, con la formulación del PMIRS se establece el tratamiento que se debe dar a estos elementos de manera que, sin importar su cantidad puedan ser aprovechados.

En las figuras 5.7 y 5.8 se encuentra el Registro de almacén SIALAS desde el año 2019, hasta el 2021 y el Registro total de almacén por categorías de componentes.

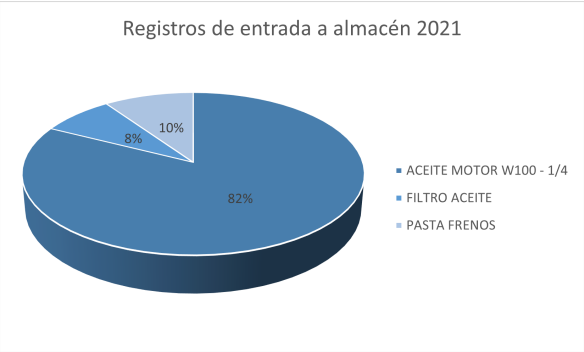


Figura 5.6: Registro de lubricantes y filtros 2021

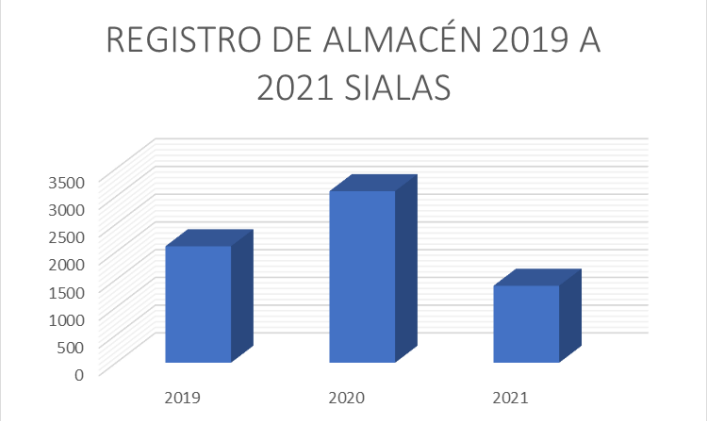


Figura 5.7: Registro de almacén de herramientas y partes (2019- 2021)

5.1.5. OPERADORA DE AEROPUERTOS AIRPLAN

Durante el proceso práctico se contactó con el área ambiental de AIRPLAN S.A.S Y GREEN GROUP S.A.S E.S.P (Entidad encargada del manejo de residuos sólidos del aeropuerto EOH) los cuales suministraron información importante con respecto a la vigilancia, control y asesoría de los hangares, terminal de carga, edificio terminal y aerolíneas del Aeropuerto EOH en aspectos relacionados con residuos generados en las instalaciones.

En primera instancia, se reconoce que los residuos peligrosos son responsabilidad del generador de acuerdo con el parágrafo k, del artículo 10 del Capítulo III del Decreto 4741 de 2005 los generadores deben: Contratar los servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final, con instalaciones que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente. En consecuencia, cada empresa generadora es

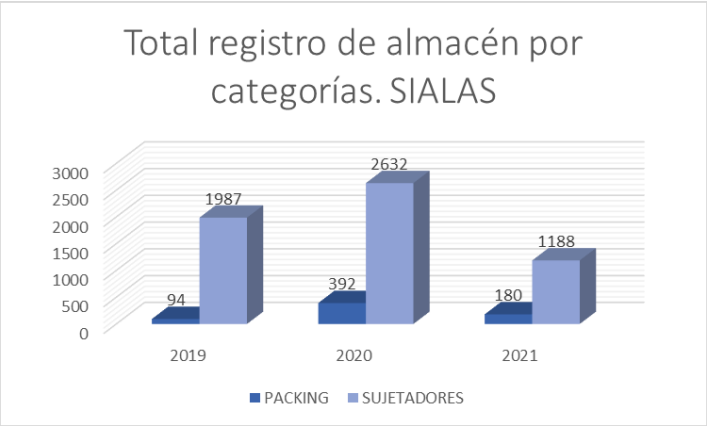


Figura 5.8: Total registro de almacén por categorías

libre de manejar, almacenar y disponer los residuos peligrosos que genere, basado en lo anterior definirá el proveedor para esta gestión así como los costos que esto genere [13].

También es importante mencionar que las "Guías Ambientales de Almacenamiento y Transporte por Carretera de Sustancias Químicas Peligrosas y Residuos Peligrosos" exigen a los generadores de residuos peligrosos un sitio para almacenar los residuos con ciertas características de ventilación, contención, e infraestructura que tiene el centro de acopio en hangares, por lo tanto el centro de acopio del aeropuerto EOH se le facilita a los generadores que no tengan el espacio, además de contar con las exigencias de almacenamiento de residuos [86].

Actualmente, Airplan cuenta con un centro de acopio de residuos sólidos que es operado por la empresa Green Group S.A.S, estos son los responsables de la recepción, pesaje, registro y almacenamiento adecuado de los residuos en las celdas destinadas para tal fin. Cuentan con otras empresas que tienen los permisos necesarios, otorgados por la autoridad ambiental para realizar el transporte y disposición final de esta clase de residuos, algunas de ellas son:

- Ecotransa S.A.S., que es la empresa encargada de recibir el aceite usado para realizar la transformación de sustancias susceptibles para ser aprovechadas como materias primas o energéticas para hornos, secadores y calderas de la mejor calidad.
- Ecologística, empresa encargada de la recolección y transporte de residuos peligrosos.
- Tecniamsa, que es la empresa encargada de la disposición final por medio de incineración y/o celda de seguridad de acuerdo con el tipo de residuo.

Entre la información obtenida también se recolectaron los planes de manejo utilizados en el aeropuerto EOH, donde se encuentra un Programa Manejo Integral de Residuos Peligrosos (Respel) y Programa Manejo Integral de Residuos Sólidos no Peligrosos.

5.1.5.1. Programa Manejo Integral De Residuos Peligrosos (RESPEL) AIRPLAN S.A.S

El Programa Manejo Integral de Residuos Peligrosos (Respel) aplicable para el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera tiene como responsable a AIRPLAN S.A.S de su cumplimiento, tiene como objetivo general establecer directivas sobre el manejo integral de residuos sólidos peligros, internacionales y especiales en la operación del aeropuerto, teniendo en cuenta los lineamientos definidos internamente, por la autoridad ambiental y la legislación nacional aplicable al respecto.

Los objetivos específicos se listan a continuación:

- Definir un compromiso por parte de la gerencia y empleados de AIRPLAN S.A.S, como apoyo a las actividades que el manejo integral de residuos sólidos peligrosos, internacionales y especiales requiere en la puesta en marcha y mantenimiento de sus diferentes etapas.
- Verificar las condiciones necesarias para realizar una adecuada gestión de los residuos peligrosos, internacionales y especiales generados en las instalaciones del aeropuerto.
- Verificar las condiciones necesarias para realizar una adecuada gestión de los residuos sólidos peligrosos con los tenedores de espacio y con empresas certificadas en el tipo de aprovechamiento, tratamiento o disposición final con el cual sean contratadas.
- Realizar una adecuada clasificación de los residuos generados en el aeropuerto de acuerdo al Decreto 1076 de 2015 o normas que lo modifiquen o sustituyan.
- Caracterizar y cuantificar todos los residuos peligrosos, internacionales y especiales generados y que se reciben en el centro de acopio del aeropuerto.
- Realizar la disposición final con gestores ambientales externos certificados antes la Autoridad Ambiental Competente.
- Atender las obligaciones y requerimientos establecidos por las entidades de control.

El alcance de este es continuar con el manejo integral de residuos sólidos peligrosos e internacionales, el cual permite definir procesos que conllevan a la disminución de los impactos ambientales producto de la generación, manipulación, disposición o tratamiento de los residuos sólidos. Realizar la disposición final adecuadamente con gestores ambientales certificados por la Autoridad Ambiental competente. Establecer formatos que permitan llevar un control en la generación y el manejo de los residuos sólidos peligrosos e internacionales.

5.1.5.2. Programa Manejo Integral De Residuos Sólidos No Peligrosos AIRPLAN S.A.S

El Programa Manejo Integral de Residuos Sólidos no Peligrosos aplicable para el Aeropuerto EOH y con responsable de cumplimiento AIRPLAN S.A.S tiene como objetivo general, generar una estrategia para el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos no peligrosos

provenientes de la operación del Aeropuerto.

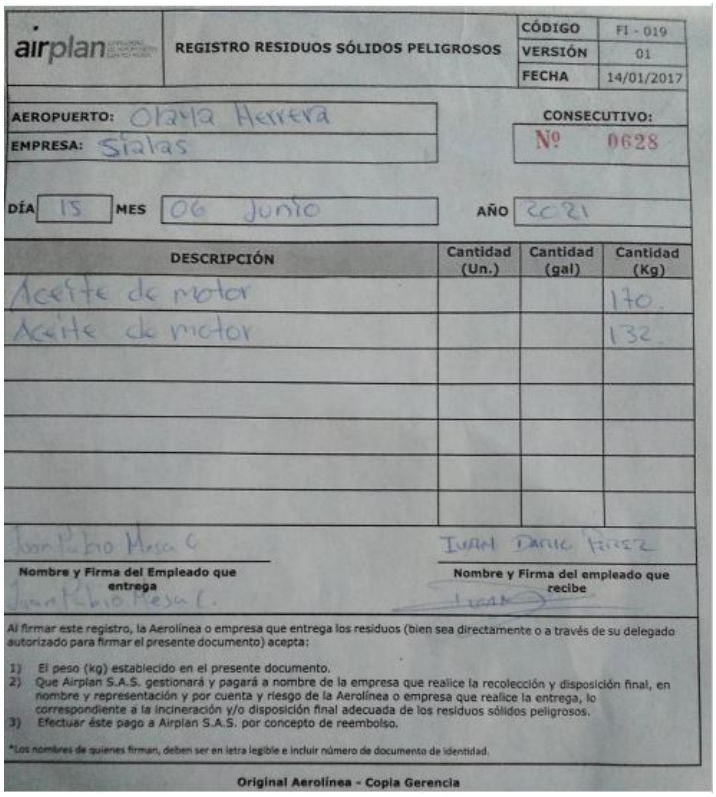
Este plan de manejo ambiental presenta los objetivos específicos listados a continuación:

- Incentivar una separación aún más selectiva en el Aeropuerto Olaya Herrera
- Capacitar al personal que labora en el Aeropuerto Olaya Herrera sobre la problemática de los residuos sólidos y su gestión, incentivando su participación y contribución.
- Verificar las condiciones necesarias para realizar una adecuada gestión de los residuos sólidos no peligrosos con los tenedores de espacio y con empresas certificadas en el tipo de aprovechamiento, tratamiento o disposición final con el cual sean contratadas.

Su alcance está en implementar un Manejo Integral de residuos sólidos no peligrosos que permita definir procesos que conlleven a la disminución de los impactos ambientales producto de la generación, manipulación, disposición o tratamiento de los residuos sólidos. También el determinar procesos para la reducción del volumen de los residuos para disposición final. Y Finalmente, establecer formatos que permitan llevar un control en la generación y el manejo de los residuos sólidos no peligrosos.

5.1.5.3. Registro de identificación de residuos peligrosos y cobros a empresas que operen en el aeropuerto EOH

El formato para la identificación de los residuos peligrosos entregados en el centro de acopio por las empresas que operan en el aeropuerto EOH contiene espacio para agregar información correspondiente a la descripción del residuo peligroso, cantidad en unidades, cantidad en galones, cantidad en kilogramos, nombre de la empresa, fecha de entrega de los residuos, nombre y firma del empleado que entrega los residuos y, nombre y firma del empleado que recibe los residuos.Este formato En la Figura 5.9 se encuentra un ejemplo de el formato.



airplan

REGISTRO RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS

CÓDIGO	FI - 019
VERSIÓN	01
FECHA	14/01/2017

AEROPUERTO: Olaya Herrera
EMPRESA: Sialas
CONSECUTIVO: Nº 0628

DÍA 15 MES 06 Junio AÑO 2021

DESCRIPCIÓN	Cantidad (Un.)	Cantidad (gal)	Cantidad (Kg)
Aceite de motor			170.
Aceite de motor			132.

Nombre y Firma del Empleado que entrega

Nombre y Firma del empleado que recibe

Al firmar este registro, la Aerolínea o empresa que entrega los residuos (bien sea directamente o a través de su delegado autorizado para firmar el presente documento) acepta:

1) El peso (kg) establecido en el presente documento.
2) Que Airplan S.A.S. gestionará y pagará a nombre de la empresa que realice la recolección y disposición final, en nombre y representación y por cuenta y riesgo de la Aerolínea o empresa que realice la entrega, lo correspondiente a la incineración y/o disposición final adecuada de los residuos sólidos peligrosos.
3) Efectuar éste pago a Airplan S.A.S. por concepto de reembolso.

*Los nombres de quienes firman, deben ser en letra legible e incluir número de documento de identidad.

Original Aerolínea - Copia Gerencia

Figura 5.9: Registro residuos sólidos peligrosos entregados en el centro de acopio del aeropuerto EOH

5.1.5.4. Aliados estratégicos para la recolección de residuos Aeropuerto EOH

En el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera, la entidad encargada de la manejo integral de los residuos peligrosos y no peligrosos generados en las instalaciones son TRANSFORMACIONES GREEN GROUP S A S E S P, la cual cuenta con alianzas con diferentes empresas encargadas de la gestión y tratamiento de los residuos. A continuación se listan los aliados y el servicio que realizan.

- La empresa Ecologística S.A.S. ESP se encarga de la gestión logística de los residuos peligrosos
- La empresa Biochemical Group S.A.S se ocupa de refinar aceites usados, solventes y otros productos de este estilo.
- Tecnologías Ambientales de Colombia S.A.S ESP. (TECNIAMSA) es una empresa que asume el tratamiento final de residuos peligrosos en celda de seguridad y térmico.
- Empresas Varias de Medellin (EMVARIAS) se encarga de la recolección y disposición final

de los residuos no aprovechables y especiales.
- La empresa Ecotransa S.A.S. ofrece servicios para el tratamiento de aceites y lubricantes usados, al igual que servicios de recolección y transporte.
- Ecoil energía se ocupa de la recolección, el reciclaje y tratamientos de aceite de Cocina Usado (ACU).
- El programa de biomezclas de la empresa de gestión ambiental Terra se encarga de la recolección y tratamiento de residuos orgánicos por medio de compostaje.

Para el aprovechamiento de residuos, TRANSFORMACIONES GREEN GROUP S.A.S ESP cuenta con empresas gestoras como:

- Proplanet los cuales se encargan del aprovechamiento del tetrapack y polyboard
- La empresa Ekored que gestionan el aprovechamiento del pet
- Con Aprovechadora Los Socios, se realiza el aprovechamiento de chatarra.
- Y para gestionar el aprovechamiento del vidrio se ocupa Peldar.

5.1.5.5. Centro de acopio residuos

Dentro de las instalaciones del aeropuerto Enrique Olaya Herrera se encuentra un centro de acopio donde llegan todos los residuos, para ser clasificados, compactados y almacenados hasta que sean recogidos para su siguiente etapa de recolección. En este lugar existen diferentes áreas, las cuales son el área de clasificación y pesaje de residuos, bodega de almacenamiento, acopio de residuos peligrosos y el acopio de residuos internacionales.

En la Tabla 5.6 se encuentra el registro fotográfico de las áreas del centro de acopio y de las actividades que se desarrollan en este lugar.

Tabla 5.6: Registro fotográfico de centro de acopio del Aeropuerto Enrique Olaya Herrera

Nombre	Imagen	Descripción
Área de clasificación y pesaje de residuos		Se encuentra en la central de acopio, en esta se realiza la clasificación de residuos como, plástico por colores, Tetra Brik, tapas de botellas, cartón, etc.
Separación de plásticos		En cada bolsa se realiza la clasificación de plástico por colores, se encuentra dentro del área de clasificación y pesaje de residuos
Proceso de clasificación de residuos		Las bolsas contienen los diferentes residuos ya clasificados por el personal. Se encuentra dentro del área de clasificación y pesaje de residuos
Recipientes utilizados para la separación de residuos aprovechables		Se encuentran dentro del área de clasificación y pesaje de residuos

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.6

Nombre	Imagen	Descripción
Bodega de Almacenamiento		En esta área se encuentra un compresor de residuos para que transportarlos sea más sencillo, al igual que se almacenan en este lugar, dentro de estas instalaciones se identifican secciones marcadas con los nombres de los diferentes materiales
Distribución interior de la bodega de almacenamiento		Vista general de la bodega de almacenamiento y como se dividen las diferentes secciones
Área de vidrios y cartón		Se encuentra dentro de la bodega de almacenamiento en este espacio se ubican los vidrios y cartón clasificado en el área de clasificación y pesaje de residuos
Área de Metales		Se encuentra dentro de la bodega de almacenamiento en este espacio se ubican los metales después de ser separados en el área de clasificación y pesaje de residuos

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.6

Nombre	Imagen	Descripción
Equipo compresor de los residuos		Se comprime cartón, plásticos con base y tapa de cartón, para evitar que se desarmen los arreglos de residuos para su transporte
Arreglos de residuos de cartón		Residuos de cartón comprimidos arreglados en paquetes para su transporte
Arreglos de residuos plásticos		Arreglos de plástico en camas de cartón para que no se deshagan y su transporte sea más sencillo
Residuos clasificados en bolsas		Residuos clasificados para su posterior compresión y transporte

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.6

Nombre	Imagen	Descripción
Neumáticos, llantas y líquidos		Dentro de la bodega de almacenamiento se encuentra un área de neumáticos, llantas y residuos de líquidos
Acopio de residuos internacionales		En esta bodega se encontraban los residuos peligrosos líquidos (Aceites de Cocina, aceites de motor, aguas oleosas)
Señalización residuos peligrosos		Esta señalización se encuentra en la entrada del área de almacenamiento de residuos peligrosos. Señalización incompatibilidad de almacenamiento de residuos peligrosos

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.6

Nombre	Imagen	Descripción
Acopio de residuos peligrosos		En esta bodega se almacenan los residuos peligrosos sólidos
Almacenamiento de residuos peligrosos sólidos		Los residuos se encuentran separados en bolsas rojas y en caja señalizadas y caracterizadas
Bolsas rojas con residuos peligrosos sólidos		Los residuos se encuentran separados en bolsas rojas y en caja señalizadas y caracterizadas

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 5.6

Nombre	Imagen	Descripción
Residuos peligrosos sólidos almacenados y señalizados		Bolsas con residuos peligrosos sólidos como latas con restos de aceites, químicos, etc.
Recipientes con residuos líquidos del EOH		Botellas, tanques y recipientes con residuos de aguas oleosas, combustible, aceites, químicos, etc.
Recipientes metálicos de almacenamiento de residuos líquidos peligrosos		Cada recipiente metálico contiene residuos líquidos peligrosos separados y sin contaminantes o señalizados en el caso que estén contaminados

Capítulo 6

Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos

A partir de la observación y la información recopilada en las dos empresas visitadas y de acuerdo con el Manual de PMIRS del AMVA, se plantea la siguiente propuesta de PMIRS centrada en los residuos del mantenimiento aeronáutico. Dicha propuesta sigue el contenido del PMRIS mencionado anteriormente en el capítulo 4.: Diagnóstico ambiental, prevención y minimización, aprovechamiento, tratamiento y/o Disposición final, plan de contingencia y seguimiento.

Los contenidos específicos son la descripción de las organizaciones, prevención y minimización de residuos sólidos, control de la generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección y transporte, aprovechamiento y tratamiento, definición de objetivos y metas, capacitación del personal, amenazas, acciones de respuesta y creación de un grupo interno para el manejo de residuos sólidos.

6.1. EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Teniendo en cuenta el Manual Para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá presentado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá [85], se realiza un diagnóstico de la situación real de las organizaciones investigadas (SIALAS S.A.S e Industrial Aeronáutica S.A.S) durante el desarrollo del trabajo de grado mediante la identificación de fortalezas, falencias y

posibles mejoras en materia de control de residuos sólidos. Por otra parte, es importante tener en cuenta en este proceso de análisis contextos anteriormente mencionados como lo son los principios de las 7Rs de la ecología, otros planes de gestión de residuos y estado del arte. Para el desarrollo de este diagnóstico se tendrá en cuenta el siguiente diagrama de flujo que se muestra en la Figura 6.1.



Figura 6.1: Diagrama de Flujo para el Diagnóstico Ambiental de los proveedores de mantenimiento aeronáutico estudiados

6.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ORGANIZACIONES

Para dar inicio al diagnóstico es preciso realizar una identificación de todos los procesos asociados a la empresa, donde se permita determinar capacidades y barreras en el control de residuos, además este tipo de análisis consideran posibilidades de comparación con otros entes que puedan contener los mismos requerimientos. La Tabla 6.1 contiene un resumen general de las dos empresas investigadas [87].

Tabla 6.1: Información Principal proveedores de mantenimiento aeronáutico estudiados

Nombre Organización	SIALAS S.A.S.	Industrial Aeronáutica S.A.S
Actividades que Ejecuta	Mantenimiento y reparación especializado de equipo de transporte excepto los vehículos automotores motocicletas y bicicletas. servicios de mantenimiento clase 1 y con categoría de estructuras de aeronaves clase 1	Mantenimiento y reparación especializado de equipo de transporte excepto los vehículos automotores motocicletas y bicicletas. Servicios tipo A y C
Nº Trabajadores	20	105
Categoría de las Aeronaves	Aeronaves de aviación general, pequeñas	Aeronaves de aviación comercial de transporte regular regional, con capacidad para 50 pasajeros
¿Qué tamaño de empresa puede ser considerada?	Pequeña	Mediana
Materiales e implementos Utilizados	Metal, Plástico, madera, papel, cartón, combustible, aceite, lubricante, telas, vidrio, caucho.	Metal, Plástico, madera, papel, cartón, combustible, aceite, lubricante, telas, vidrio, caucho.
¿Cuenta con un PMIRS?	Si	No se cuenta con información
¿Cuenta con Estrategias de Capacitación en Gestión Ambiental?	SI (*)	SI (*)
¿Cuenta con Grupo de Gestión Ambiental?	NO	Sí (**)

* La capacitación en gestión ambiental se basa en la impartida por la operadora de aeropuertos AIRPLAN, en su curso de carnetización.

** El grupo empresarial de EasyFly Si cuenta con grupo de gestión ambiental, pero su base de operaciones es en Bogotá y no está muy relacionada con las instalaciones de Industrial aeronáutica en Medellín.

6.2. CREACIÓN DE UN GRUPO INTERNO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

Teniendo en cuenta las habilidades, acciones y procesos que contiene cada uno de los talleres aeronáuticos para con el control de los residuos sólidos, se hace necesario la complementación del organigrama general de ambas empresas por parte de la inclusión de un miembro con conocimientos suficientes en el campo del la gestión de residuos sólidos y su aplicación en el sector aeronáutico.

Por otra parte, la gestión de residuos sólidos de las compañías contendrá un trabajo en conjunto de todo el personal que labora, por lo cual, las capacitaciones, conocimientos y demás información requerida para el cumplimiento de los objetivos del PMIRS serán de vital importancia para el éxito de esta propuesta. De igual manera, la ideología de esta nueva visión por el cuidado del medio ambiente deberá partir de unas bases reducidas para mantener su fácil administración, sin embargo, su evolución se ajustará a los requerimiento que traiga consigo el crecimiento de los talleres en Medellín.

El organigrama con la inclusión del nuevo miembro y los principales entes que deberán responder frente a la gestión de residuos sólidos se presenta en la Figura 6.2.

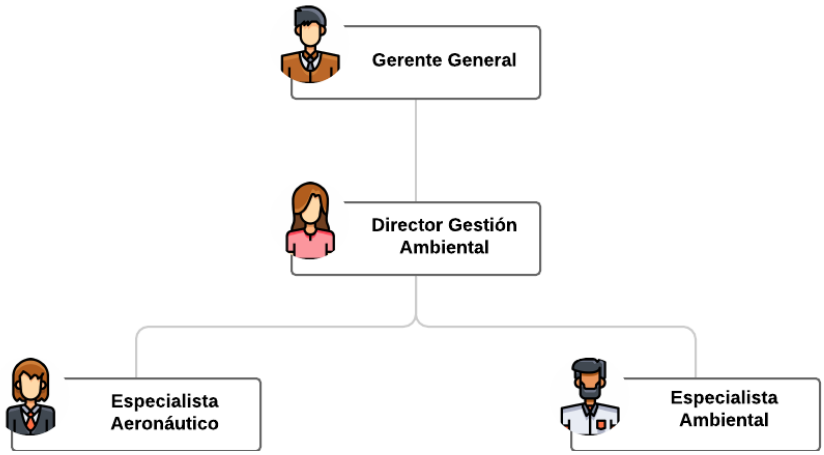


Figura 6.2: Organigrama del grupo interno para la gestión ambiental

El organigrama enfocado en la gestión ambiental estará conformado por tres grupos principales, los cuales son: Entes de apoyo para el cumplimiento de metas y objetivos (junta directiva y gerente general), Encargados de la vigilancia ambiental (directores de las diferentes áreas de la

empresa) y encargados del cumplimientos de las directrices ambientales (personal laboral interno de la empresa). El primer grupo impartirá la misión y visión de los talleres aeronáutico bajo una nueva condición ambiental, de igual manera, velará por la búsqueda de soluciones económicas y empresariales para el cumplimiento del PMIRS. El segundo grupo, estará encargado de todas las actividades de dirección, capacitación y exigencias para el cumplimiento de la gestión de residuos sólidos en los talleres aeronáuticos. Finalmente, el tercer grupo brindará el cumplimiento de los requerimientos ambientales dentro de las instituciones permitiendo brindar una nueva imagen corporativa bajo un compromiso ambiental.

Además, el objetivo principal de esta nueva estructura será velar por el cumplimiento de las regulaciones aplicables a los talleres aeronáuticos para la disposición de residuos sólidos dando uso como herramienta principal el PMIRS y demás documentos relacionados. Además, este grupo estará encargado de la transición de las empresas a un margen adecuado para el cuidado del medio ambiente demostrando las nuevas posibilidades que tiene la industria aeronáutica a nivel nacional e internacional. Esto último brindará a los talleres aeronáuticos SIALAS S.A.S. e Industrial Aeronáutica S.A.S la posibilidad de ser pioneros en la independencia y evolución para con el control de sus propios residuos sólidos logrando llegar a un punto ideal de basura cero.

Es importante tener en cuenta que, el nuevo cargo dentro de los talleres aeronáuticos será el de la dirección de gestión ambiental el cual puede ser tomado por una persona ya sea profesional o aprendiz, la cual, se encontrará apoyada por la información y actividades que estipulen las otras áreas internas de las empresas. Así mismo, para la inclusión de este miembro se hace un contacto directo con las normativas presentadas en el RAC (Reglamentos Aeronáuticos de Colombia) donde se estipulan que ciertas áreas que tengan relación con la aeronáutica, dado el caso se deberán acotar y respetar lo planteado por la Aerocivil.

A continuación, se presenta una mejor descripción de algunas de las actividades, objetivos y metas que deberán cumplir los diferentes entes del organigrama (desarrollados para el área ambiental).

- Dirección Gestión Ambiental: Principal responsable y comunicador de todas las actividades realizadas en el grupo de gestión ambiental, su labor principal será de informar a los gerentes y/o cargos superiores los diferentes avances, solicitudes o inconvenientes que se generen durante la operación de la dependencia. Por otra parte, su función como líder será la de tomar decisiones, cumplir objetivos y plantear metas para los talleres aeronáuticos en términos de cuidado del medio ambiente, de igual manera tendrá en cuenta factores económicos, de eficiencia y de transición de las empresas hacia la visión que traen consigo los próximos años.

- Dirección Control Calidad: Líder encargado de todos los temas relacionados con el área aeronáutica, sus conocimientos enfocados en el sector de la aviación le permitirán predisponer posibilidades de optimización y modificación de las diferentes actividades de mantenimiento que se realicen en los talleres aeronáuticos, así mismo, habilitar el uso de metodologías como las 7Rs de la ecología en los diferentes residuos sólidos generados.
- Dirección Mantenimiento Aeronáutico: Pertenecientes al área aeronáutica, se encargarán de estudiar todas las actividades que se encuentran en el taller permitiendo diseñar procesos de prevención, minimización, separación, manejo y almacenamiento de los residuos sólidos generados, así mismo, de la implementación de infraestructura y equipos necesarios dentro de la organización.
- Entes de Apoyo: Bajo sus criterios de planeación y gerencia se encargarán de generar un abanico de posibilidades a las diferentes direcciones para con el cumplimiento del PMIRS, dentro de esto pueden estar involucrados conceptos como la búsqueda de alianzas estratégicas para el manejo de residuos sólidos, la habilitación de capacitaciones y la inclusión de nuevos equipos e instrumentos que faciliten el éxito de los objetivos y metas.
- Encargados del cumplimiento de las directrices ambientales: De acuerdo, a todos los compromisos, metas y visión de las diferentes direcciones de los talleres aeronáuticos, este grupo de personal laboral será el encargado de desarrollar todas las actividades dando cumplimiento del PMIRS, notificando inconsistencias y planteando una estructura ambiental en todas las acciones que se desarrollen internamente.

6.2.1. PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

Las tareas de mantenimiento aeronáutico de las empresas investigadas se caracterizan por el cumplimiento de sus actividades mediante el uso de instrumentos especializados como lo son: manuales de mantenimiento, cronogramas de desarrollo y planeación estratégica. Sin embargo, las condiciones y requerimientos que considera la industria aeronáutica para la conservación de la seguridad en las personas y las aeronaves se han convertido en un panorama altamente inflexible para la modificación de los planteamientos ya especificados por entes como la Aerocivil, manufactureras, entre otros, esto debido principalmente a que ya se tienen establecidas y estandarizadas las maneras más eficientes y certeras para la ejecución de acciones en este tipo de campos. Cada una de estas condiciones mencionadas conllevan a que el pensamiento de prevención y/o minimización de residuos se conviertan en un reto poco confrontado para la disminución de inconvenientes en el sector. Debido a esto, las empresas estudiadas actualmente no cuentan con sistemas enfocados a la prevención y minimización de los residuos sólidos en su operación causando que el control de estos componentes sea considerado en etapas más futuras. Por otra parte, es posible especificar rutas de implementación para este ítem donde dando uso

de los instrumentos especializados de las empresas se pueden trazar líneas de preparación para la disminución de residuos sólidos en cada una de las actividades de mantenimiento que se realicen, por lo cual, la existencia de mejora en el control de residuos sólidos de las empresas puede partir desde una visión acerca de lo que se realizará en cada uno de sus talleres .

6.2.2. GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS

Para el entendimiento y viabilidad del PMIRS es importante realizar un análisis del tipo de residuos sólidos que se tienen en interacción en cada una de las empresas cuyos centros generadores son en especial las zonas donde se realizan las labores de mantenimiento, por lo cual, en la Tabla 6.2 se presenta una muestra general de los principales residuos sólidos con los cuales tiene que plantearse un entorno de control ambiental.

Tabla 6.2: Identificación de los residuos sólidos generados en las empresas

Nombre del Residuo Sólido	Empresa generadora		Tipo de Residuo	Medio de Obtención
	SIALAS S.A.S.	Industrial Aeronáutica S.A.S		
Aserrin con derrames de aceite, lubricante, entre otros líquidos de mantenimiento	X	X	Peligroso: toxicidad e inflamabilidad	Procesos de limpieza de derrames
Líquidos de Baterías	X	X	Peligroso: tóxico, corrosivo	Mantenimiento y reparación de baterías
Contenedores de plástico	X	X	Peligroso si se encuentra contaminado con material peligroso: toxicidad	Uso de aceites, lubricantes, pinturas, productos de limpieza, químicos...
Filtros de aceite usado	X	X	Peligroso: toxicidad e inflamabilidad	Utilizados para el cambio de aceite de motores

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.2

Nombre del Residuo Sólido	Empresa generadora		Tipo de Residuo	Medio de Obtención
	SIALAS S.A.S.	Industrial Aeronáutica S.A.S		
Artículos de protección de personal	X	X	Peligrosos: toxicidad	Tapabocas y guantes usados, papel de limpieza ...
Materiales Compuestos		X	Peligroso: inflamabilidad y corrosividad	Resina, componentes fuera de servicio de compuestos, trapos o papeles contaminados con resina (Taller de compuestos)
Cartón	X	X	No peligroso (Aprovechable en estado limpio)	Empaque de productos y partes
Empaques de papel o plástico de componentes (Arandelas, O-rings, empaques...)	X	X	No peligroso (Aprovechable en estado limpio)	Cambio de componentes
Artículos de metal	X	X	Aprovechables	Componentes removidos, remaches, pernos, arandelas ...

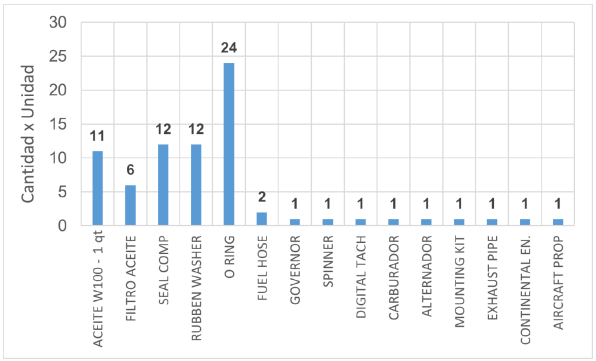
Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.2

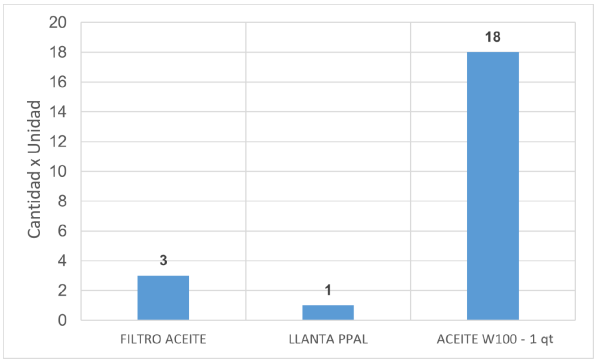
Nombre del Residuo Sólido	Empresa generadora		Tipo de Residuo	Medio de Obtención
	SIALAS S.A.S.	Industrial Aeronáutica S.A.S		
Hojas de papel de 70 g	X	X	Aprovechables	Hojas usadas, documentos sacados de procesos de mantenimiento, errores de impresión, guías de manejo interno del almacén

La Tabla 6.2 muestra información fundamental acerca de algunos de los residuos sólidos que se obtienen en ambos talleres aeronáuticos, los cuales, permiten intuir algunos tipos de aprovechamiento y control de estos elementos en la operación de las empresas. Sin embargo, una mejor manera de analizar el comportamiento de este tipo de base de datos es mediante el cálculo del número de elementos utilizados anualmente, por esto mismo, a continuación, en la Figura 6.3 se encuentra una recolección de los algunos de los desechos que se han obtenido para los años 2016, 2017, 2019 y 2020 en SIALAS S.A.S.

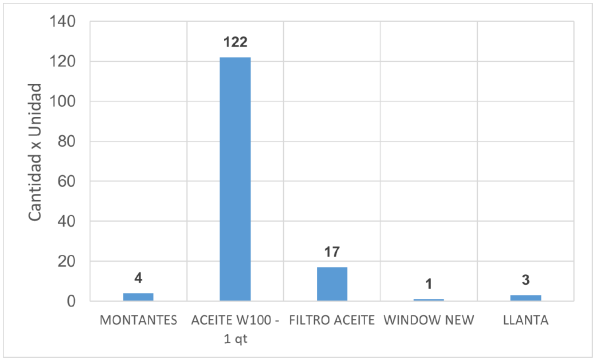
Partiendo de los datos observados en la Figura 6.3 se puede determinar que la generación de residuos de ciertos componentes no es proporcional o sigue un ciclo repetitivo durante los últimos 4 años, esto es debido principalmente a que SIALAS S.A.S. es una empresa dependiente de los requerimientos de sus clientes, por lo cual, al brindar sus servicios a diferentes tipos de aeronaves, motores o hélices están directamente arraigados a una preparación múltiple en el control de residuos sólidos. Por otra parte, identificando la gráfica de la Figura 6.3a se pueden encontrar otro tipo de elementos como lo son O-rings, Rubber Washer, entre otros, que dependiendo de su estado pueden ser elementos posconsumo o desechados definivamente lo cual permite tener en cuenta residuos poliméricos o de gamas similares, además, para los gráficas de la Figura 6.3b, Figura 6.3c y Figura 6.3d se identifican componentes como llantas, bujías o montantes que incluyen otro tipo de posibles residuos en el mantenimiento regular que realiza la empresa.



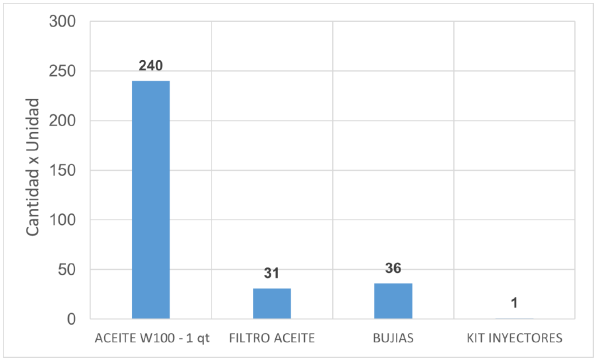
(a) Residuos para el año 2016



(b) Residuos para el año 2017



(c) Residuos para el año 2019



(d) Residuos para el año 2020

Figura 6.3: Historial general de residuos SIALAS S.A.S.

6.2.3. SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

La comparación de ambos talleres en sistemas de separación de residuos es un punto diferenciador, teniendo en cuenta el tamaño de cada una de las empresas, se observa en los registros fotográficos cada una de las dependencias cuenta con sus propias estrategias de separación, clasificación e identificación, acoplándose a las necesidades y requerimientos de sus respectivas zonas de mantenimiento. Sin embargo, es posible observar que aunque se tienen ciertos conocimientos sobre la importancia en el control de residuos sólidos, se suelen presentar ciertos errores en la separación e identificación de estos. En primera parte, para el caso de Industrial Aeronáutica S.A.S se puede determinar la existencia de múltiples puntos ecológicos donde algunos cuentan con los debidos sistemas de identificación y limitación, pero otros se encuentran totalmente excluidos de este tipo de condiciones además no se cuenta en todos los puntos con las condiciones técnicas de los recipientes. Es observable que la evolución de sus estrategias para la gestión de residuo de sólidos es de mayor categoría que la otra empresa a la cual se le realiza el estudio, a pesar de ello se puede mencionar la necesidad de una debida actualización y parametrización en

todos los puntos ecológicos que contiene la empresa con el objetivo de facilitar el tratamiento de todos los residuos y evitar inconvenientes por conceptos de confusión, mezcla y/o falta de capacitación. En segunda parte, la empresa SIALAS S.A.S de menor tamaño acopla un sistema de identificación de canecas mediante el uso de tarjetas con la principal información sobre los residuos a depositar. Además, los sistemas complementarios que aplican, se dan por el uso de instrumentos de registro que permiten adquirir información sobre los diferentes mantenimientos realizados. Por otra parte, SIALAS S.A.S requiere una mejora en algunos sectores de separación de residuos con el objetivo de facilitar la deposición de los mismos, de igual manera, se ha observado que el personal suele cometer errores relevantes para el control de algunos residuos sólidos lo que conlleva a que la combinación de estas dos últimas falencias cause una ineficacia en todo el entorno de gestión de residuos por lo cual es recomendable campañas educativas.

6.2.4. ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Uno de los requerimientos fundamentales en el control de residuos hace parte de su correcto almacenamiento donde se deben cumplir unos requisitos mínimos que mantengan un relación coherente en la empresa respecto al cuidado del medio ambiente, esto de igual manera es altamente influyente en aspectos como el evitar enfermedades, intoxicaciones, mezcla de residuos, entre otros. Para poder determinar el cumplimiento de esto, se da uso de la Tabla 6.3 para residuos no peligroso, Tabla 6.4 para residuos peligrosos y Tabla 6.5 para actividades extras, los proveedores de mantenimiento aeronáutico estudiados en este ítem no cuentan con una bodega de almacenamiento de residuos interna, las siguientes tablas se evalúan según las características observadas en los diferentes lugares donde se localizan los residuos sólidos.

Tabla 6.3: Cumplimiento de los sitios de almacenamiento para residuos no peligrosos según el manual para el manejo integral de residuos en el Valle de Aburrá

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
1. Localizado al interior de la organización y de acceso restringido		X		X
2. Los acabados permiten su limpieza e impiden la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos.		X	X	

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.3

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
3. Cubierto para protección de aguas lluvias, Iluminación y ventilación adecuada (rejillas o ventanas), sistema de drenaje y piso duro e impermeable.	X		X	
4. Posee sistemas de control de incendios (equipo de extinción de incendios, suministro cercano de agua, etc.)	X		X	
5. La unidad de almacenamiento evita el acceso y proliferación de animales domésticos, roedores y otras clases de vectores.		X		X
6. El sitio no causa molestias e impactos a la comunidad.		X		X
7. Cuenta con recipientes o cajas de almacenamiento para realizar su adecuada presentación.	X		X	
8. La unidad de almacenamiento es aseada, fumigada y desinfectada frecuentemente.	X		X	
9. Dispone en lo posible de una báscula o sistema de medición de pesos o volúmenes y se lleva un registro para el control de la generación de residuos.		X		X

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.3

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
10. Debe ser de uso exclusivo para almacenar residuos y estar debidamente señalizado.	X			X
11. Disponer de espacios por clase de residuo, de acuerdo a su clasificación (reciclable, peligroso, ordinario, etc).		X		X

Tabla 6.4: Cumplimiento de los sitios de almacenamiento para residuos peligrosos según el manual para el manejo integral de residuos en el Valle de Aburrá

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
1. La bodega está alejada de zonas densamente pobladas, de fuentes de captación de agua potable, de áreas inundables y de posibles fuentes externas de peligro.		X		X
2. La bodega esta ubicada en un sitio de fácil acceso para el transporte y para situaciones de emergencia.		X		X
3. En caso de contar con salida de emergencia, ésta debe estar señalizada.	X		X	
4. El piso es no resbaloso, impermeable, libre de grietas y resistente a las sustancias y/o residuos que ese almacenen.		X		X

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.4

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
5. Los drenajes del interior de la bodega están conectados a pozos recolectores para una posterior disposición del agua residual.		X		X
6. Los drenajes están sellados y protegidos de daño por el paso de vehículos y el movimiento de estibas.		X		X
7. Todas las sustancias peligrosas almacenadas están ubicadas en un sitio confinado mediante paredes, diques o bordillos perimetrales.		X		X
8. El techo esta diseñado de tal forma que no se admita el ingreso de agua lluvia a las instalaciones.		X	X	
9. La bodega cuenta con ventilación adecuada (ya sea natural o forzada)	X		X	
10. La bodega opera con iluminación adecuada.	X		X	
11. Están señalizadas todas las áreas de almacenamiento y estanterías con la clase de riesgo correspondiente a la sustancia química peligrosa almacenada.	X			X

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.4

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
12. Están señalizados todos los lugares de almacenamiento con las correspondientes señales de advertencia, obligación, prohibición e información	X			X
13. Cuenta con sistemas de control de incendios como equipos de extinción y suministro cercano de agua.	X		X	
14. Posee las Hojas de Seguridad de todas los residuos de sustancias almacenadas, y se encuentran en un lugar visible y señalizado.		X		X

Tabla 6.5: Actividades inherentes al almacenamiento de residuos peligrosos según el manual para el manejo integral de residuos en el Valle de Aburrá

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
1. Están definidas y documentadas las responsabilidades de cada actor asociado a la operación de almacenamiento.		X		X
2. El proveedor y/o dueño de las sustancias químicas peligrosas provee las Hojas de Seguridad.		X		X

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.5

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
3. Asegura que todas las sustancias peligrosas almacenadas estén debidamente etiquetadas o marcadas.		X		X
4. Cuenta con un registro actual de los residuos de sustancias químicas peligrosas almacenadas que garantice el conocimiento de la cantidad y ubicación de las sustancias.		X		X
5. La bodega de almacenamiento se mantiene limpia y ordenada.	X		X	
6. Organizan regularmente inspecciones ambientales y de seguridad.		X		X
7. Almacenan los residuos de sustancias químicas peligrosas agrupando las que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de las incompatibles.	X			X
8. Ha dejado un pasillo peatonal perimetral entre los materiales almacenados y los muros.	X			X
9. El apilamiento de recipientes y bultos es menor a tres metros de altura.	X		X	

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.5

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
10. Los estantes son suficientemente estables y firmes, de forma que no exista el riesgo de derrumbamiento del mismo.		X		X
11. Los estantes son de un material resistente a las sustancias almacenadas.	X		X	
12. Los residuos de sustancias peligrosas o residuos almacenados tienen las debidas protecciones para evitar caídas y derrames.		X		X
13. Tiene en cuenta las recomendaciones de las Hojas de Seguridad para la ubicación de los residuos de sustancias peligrosas dentro de la bodega.		X		X

6.2.5. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS

Como empresas pertenecientes al Aeropuerto Enrique Olaya Herrera, cuentan con una recolección y transporte independiente, el cual es utilizado para la extracción de los residuos sólidos y disposición a un servicio contratado con la empresa y concesionaria del aeropuerto denominada AIRPLAN S.A.S. En este paso se realiza un proposición de independización por parte de las empresas estudiadas con respecto a la concesionaria, para generar una responsabilidad empresarial con respecto a la protección de recursos naturales y una visión ecológica. Se propone contratar gestores de aprovechamiento de residuos sólidos que tengan vehículos de recolección con los certificados vigentes según el tipo de residuo a recolectar y movilizar.

Para comprobar algunos ítems relacionados con la recolección y transporte se realiza el análisis de la Tabla 6.6 para recolección interna y la Tabla 6.7 para recolección transporte externo.

Tabla 6.6: Actividades inherentes a la recolección interna de residuos

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
1. Tiene definidas rutas de recolección.		X		X
2. Establece horarios y frecuencias de recolección.		X		X
3. Realiza la recolección selectiva de los residuos en los puntos de generación.	X		X	
4. Los elementos empleados para la recolección de residuos peligrosos son de uso exclusivo para este fin.		X		X
5. Las personas que realizan esta actividad cuentan con los elementos de protección personal necesarios como tapabocas, guantes, gafas, etc.		X		X
6. En caso de ser necesario (por cantidades, distancias y tipo de residuos) se cuenta con equipos de cargue y movilización.		X	X	

Tabla 6.7: Actividades inherentes a la recolección y transporte externo de residuos

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
1. Verifican los documentos y la integridad de los envases y embalajes para la entrega de residuos.		X		X

Sigue en la página siguiente.

Continúa Tabla 6.7

Descripción	SIALAS S.A.S.		Industrial Aeronáutica S.A.S	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
2. Verifica que los vehículos que transportan sustancias o residuos peligrosos tengan toda la documentación establecida por el Decreto 1609/02 o normas que la sustituyan o modifiquen y cumplan con los requisitos dispuestos de este mismo.	X		X	

Según las visitas realizadas a los talleres se pudo comprobar que no cuentan con rutas establecidas para el transporte de los residuos hasta el centro de acopio, además el transporte de los residuos se realiza en vehículos improvisados que no cuentan con la seguridad suficiente tanto de los residuos como del personal encargado de transportarlo.

6.2.6. APROVECHAMIENTO Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Como se ha mencionado anteriormente, ambos talleres aeronáuticos cuentan con una dependencia robusta frente a la empresa AIRPLAN S.A.S en los contextos de almacenamiento y aprovechamiento de residuos sólidos (siendo esto un servicio pago por la asistencia que presta la concesionaria). Por lo tanto, la falta de sistemas, PMIRS y conocimiento sobre el tratamiento de los residuos se han convertido en un gasto económico externo que podría ser fácilmente aprovechable por parte de los talleres.

Por otra parte, tomando en cuenta los nuevos requerimientos que esta pautando la industria aeronáutica para con el cuidado del medio ambiente, se estipulan nuevos parámetros enfocados en la evolución y transición de todos los sectores relacionados con la aviación. Mencionado lo anterior, en búsqueda del beneficio de SIALAS S.A.S e Industrial Aeronáutica se hace necesario iniciar un procesos de independencia, logrando así una independencia económica en el tratamiento de los residuos que ellos mismos generan.

Esta nueva posible ruta de trabajo, contendrá capacitaciones, inversiones y compra de componentes extras que involucran un nuevo sello ambiental de los talleres, además, se puede observar

como una nueva estrategia para la generación de alianzas, divulgación de las empresas como partidarias de la gestión ambiental y otro tipo de conceptos económicos.

6.2.7. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y METAS

La definición de objetivos y metas debe cumplir con los resultados encontrados en el diagnóstico, ser coherentes y alcanzables por la organización, teniendo como compromiso principal el cumplimiento de la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos.

Los objetivos planteados para la propuesta del PMIRS de los proveedores de mantenimiento estudiados, se encuentran en la tabla 6.8

Para el planteamiento de metas relacionadas con el PMIRS, estas deben ser medibles en escalas de tiempo y cuantificables si es posible. En la Tabla 6.9 se listan las metas del PMIRS propuesto a los proveedores de mantenimiento aeronáutico estudiados.

6.2.8. PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN

El punto de partida para el desarrollo del PMIRS se determina bajo mecanismos preventivos y de minimización en las etapas de origen y generación de residuos sólidos. Cada uno de estos procesos conceden posibilidades en el aumento de la eficacia y eficiencia de los siguientes ítem que controlan los residuos sólidos. Para garantizar el funcionamiento de estos elementos se realiza una subdivisión de dos categorías, identificadas como: conocimiento ambiental y herramientas estratégicas.

6.2.9. HERRAMIENTAS ESTRATÉGICAS

Los talleres aeronáuticos cuentan con múltiples herramientas para la preparación previa de las actividades de mantenimiento como lo son manuales, cronogramas de trabajo y sistemas de automatización de actividades, sin embargo, las acciones que se ejecutan durante todos estos procesos solo respetan los requerimientos mínimos que pauta la industria aeronáutica sin discriminar de una manera exigente las posibles relaciones que se tengan con la generación de residuos sólidos.

Por esto mismo, la inclusión del pensamiento critico-ambiental en el uso de estas herramientas será la etapa fundamental en la prevención y minimización de residuos sólidos, por lo cual,

Tabla 6.8: Objetivos planteados para propuesta PMIRS

Objetivo	Plazo
Disminuir la cantidad de residuos sólidos generados en los procesos de mantenimiento cumpliendo con la normatividad tanto ambiental como aeronáutica y asegurar confiabilidad	Mediano plazo
Cuantificar y cualificar la cantidad de residuos sólidos generados por las actividades de mantenimiento aeronáutico	Corto plazo
Renovar los procesos de separación de residuos sólidos en la fuente según los parámetros municipales para facilitar los procesos de aprovechamiento y disposición final	Corto plazo
Implementar procesos y planes de almacenamiento de residuos sólidos cumpliendo con los requisitos de infraestructura, disposición y manejo de residuos para disminuir el impacto negativo de los procesos institucionales	Mediano plazo
Gestionar alianzas estratégicas para el aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en el taller, para tener mayor control de la correcta disposición de los residuos y para lograr autonomía ecológica como empresa	Largo plazo
Plantear una guía de separación, almacenamiento y transporte de residuos institucional para disminuir riesgos asociados con el incorrecto manejo de residuos en la salud de los colaboradores y el ambiente	Mediano plazo

las herramientas estratégicas se encuentran fundamentadas en la modificación de las herramientas actuales que contienen ambos tallares investigados. Dentro de estos cambios se pueden mencionar las siguientes posturas a adoptar.

- Identificación: Etapa realizada para el reconocimiento de los diferentes componentes a utilizar durante un mantenimiento, de igual manera, la previsualización de los posibles residuos sólidos que se obtendrán en las actividades.

Tabla 6.9: Metas planteadas para propuesta PMIRS

Meta	Plazo
Lograr independencia empresarial en los procesos relacionados con el manejo de residuos para el año 2025, siendo los primeros proveedores de mantenimiento aeronáutico en manejar y gestionar el aprovechamiento de los residuos sólidos	Mediano plazo
Tener un personal completamente actualizado y capacitado para el año 2022, con los requerimientos normativos de la separación en la fuente, almacenamiento, transporte y manejo general de residuos sólidos	Corto plazo
Empezar a utilizar sistemas de pesaje y caracterización de residuos, al igual que realizar registros de cantidad de residuos sólidos generados por el proveedor aeronáutico	mediano plazo
Lograr que los residuos sólidos aprovechables sean completamente devueltos al ciclo productivo junto con el desarrollo de la infraestructura que permita aprovechar los recursos con la mejor calidad posible para el año 2030	largo plazo

- Preparación: Etapa enfocada en la selección de los diferentes componentes a utilizar durante el mantenimiento, preparación de los sistemas de transporte y recolección, concientización de los trabajadores acerca de los riesgos ambientales del trabajo y finalmente, búsqueda de estrategias para la minimización en la generación de residuos sólidos para el trabajo ha ejecutar.

6.2.10. CONOCIMIENTO AMBIENTAL

Las organizaciones enfocadas en el mantenimiento aeronáutico cuentan con etapas de capacitación en diferentes aspectos como normatividad vigente, actualización de procesos, seminarios y entrenamiento del personal en aspectos aeronáuticos, también se debe considerar importante lo relacionado con procesos de salud y seguridad en el trabajo, procesos de manejo de residuos y procesos de mejora de rendimiento y organización del personal.

Esta sección se centra en las estrategias de capacitación y educación en conceptos relacionados con los residuos sólidos tanto peligrosos como no peligrosos, como la clasificación de residuos,

separación en la fuente, procesos de almacenamiento, manejo de residuos, legislación ambiental, riesgos ambientales y reducción en el origen.

En la Figura 6.4 se encuentra una propuesta de plan para la formación y educación de personal en el manejo de residuos sólidos, en donde se considera la actualización en temas normativos dentro de la capacitación del personal, en está figura se encuentra también el personal al que se encuentra dirigida cada tarea [85] [88].



Figura 6.4: Propuesta de cronograma para la formación y educación de personal en el manejo de residuos sólidos

6.3. SEPARACIÓN EN LA FUENTE

La separación en la fuente es uno de los pasos más importantes para un correcto manejo de los residuos sólidos, en donde aspectos como recipientes de almacenamiento, señalización de áreas de separación, generación de residuos y capacitación del personal son esenciales para lograr los objetivos y metas propuestas para el manejo de residuos sólidos.

En primera instancia se debe asegurar que los recipientes de almacenamiento de los residuos sean de un material resistente, impermeable, provistos de tapa, con bordes redondeados y lo suficientemente livianos para manipularlos con facilidad, para prevenir derrames, daños o problemas en su almacenamiento además que estén ubicados estratégicamente. [19]. También es importante mencionar que según la resolución 2184 de 2019, se tienen tres diferentes colores para la separación de residuos sólidos no peligrosos (Figura 4.2) y según CRETIBER, se tiene diferente identificación para residuos sólidos peligrosos o residuos sólidos que contienen sustancias con características de CRETIBER (Figura 4.3)[85].

Los recipientes utilizados para la separación interna deben ser de color blanco, negro y verde. Según el GTC 24 (Guía para la implementación de la gestión integral de residuos) se debe hacer un uso racional de recipientes de almacenamiento de residuos sólidos, donde pueden ser utilizados contenedores o canecas de otros colores pero con la correcta señalización, rotulado, pintado, demarcación y con bolsa del mismo color según el tipo de residuo a depositar para la separación interna de residuos sólidos.

La ubicación de los puntos ecológicos de separación deben ser visibles, iluminados, aireados, limpios, cubierto (Techo), de fácil acceso, suelo firme y estable, sin riesgo de caídas, cerca a una fuente de agua y a sistemas de control de incendios.

Para el proceso de separación en la fuente, también es importante tener en cuenta la caracterización y conocimiento de los tipos de residuos sólidos generados por el proveedor de mantenimiento aeronáutico, por esto se propone generar un registro de los residuos generados cuantificados y cualificados.

En la propuesta que se plantea en el Anexo 2, en la cual se plasma el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos se plantea mostrar la información utilizada en la señalización y rotulado de las áreas de separación de residuos sólidos, en donde se encuentra el tipo de residuo, su separación por color y ejemplos de residuos generados con mayor frecuencia en los procesos de mantenimiento aeronáutico para facilitar su deposición.

Se plantea la separación de residuos sólidos según CRETIBER y la resolución 2184 de 2019

vigentes para la fecha de desarrollo de este trabajo de grado (2021), utilizando diagramas de flujo manejados por el personal de mantenimiento para facilitar la separación de residuos generados en los procesos del taller. Se realizan diagramas de flujo sobre la separación de residuos peligrosos, no peligrosos y especiales, estos se encuentran en el "Anexo 2. Propuesta de mejora para el plan de manejo integral de residuos sólidos servicios integrales aeronáuticos S.A.S".

Para la separación de los residuos peligrosos existirá medidas adicionales para la separación y almacenamiento según incompatibilidades mostradas en la Figura 6.6 y caracterización según CRETIBER, mostrado en la Figura 4.3.



Figura 6.5: Puntos ecológicos

6.4. RECOLECCIÓN

El sistema de recolección propuesto se basa en la información encontrada a lo largo del marco referencial y la observación realizada de las empresas, donde se establece frecuencia de recolección, ruta de recolección, tipo de residuos generados, al igual que, localización, número y capacidad de los recipientes de almacenaje de residuos sólidos.

El primer punto a tener en cuenta en la recolección de residuos sólidos es el punto de separación de residuos o punto ecológico, los cuales van a tener cuatro tipos de separación de los residuos, clasificados por colores y señalización según la resolución 2184 de 2019. En la Figura 6.5 se encuentra un ejemplo de la organización de cada punto ecológico de las instalaciones de los

proveedores de mantenimiento aeronáutico.

La frecuencia de recolección interna dependerá de la capacidad de almacenamiento del proveedor de mantenimiento aeronáutico, es importante tener en cuenta que el tiempo de estancia de los residuos sólidos en la institución debe ser el más reducido posible, debido a que puede generarse contaminación de los residuos. Es importante tener la mínima permanencia de residuos peligrosos, para prevenir riesgos en la salud humana y ambiental. Estos tiempos deben gestionarse con la entidad con la que se realiza la alianza estratégica.

Se debe tener contenedores e instrumento recolectores de los residuos peligrosos especiales y de uso exclusivo para este fin, para prevenir una contaminación cruzada con otros residuos.

Los recipientes utilizados para contener, recoger o transportar los residuos sólidos deben desinfectados, secados y purificados frecuentemente para disminuir riesgos a la salud pública.

Los residuos deben trasladar en el menor tiempo posible desde los puntos de generación hasta el sitio de almacenamiento, con el objetivo de evitar posibles afectaciones al personal y el ambiente.

En el "Anexo 2. Propuesta de mejora para el plan de manejo integral de residuos sólidos servicios integrales aeronáuticos S.A.S.", se encuentra una propuesta para la cantidad y localización de puntos ecológicos, zonas de separación y almacenamiento de residuos para el proveedor de mantenimiento aeronáutico SIALAS S.A.S., este se representa por medio de planos del primer y segundo piso de el hangar.

Para el proveedor de mantenimiento aeronáutico Industrial Aeronáutica S.A, se propone la reorganización de los puntos ecológicos con la debida señalización, de las mismas canecas y ubicarlos en lugares estratégicos para facilitar la separación de residuos en cada zona de mantenimiento. Por ejemplo, en el taller de compuestos, baterías, sandblasting y pintura se propone la integración de un punto ecológico, con la cantidad de recipientes mostrados en la Figura 6.5. Para lugares más amplios como el área de parqueo y mantenimiento general de aeronaves se propone organizar entro dos a tres puntos ecológicos.

En caso de derrame de residuos, se realizará de inmediato acciones correctivas, conforme a las recomendaciones dadas por los proveedores en las hojas de seguridad de cada material o sustancia. Se deben establecer procedimientos para este tipo de acontecimientos y debe quedar consignado en el Plan de Contingencias. En el "Anexo 2. Propuesta de mejora para el plan de manejo integral de residuos sólidos servicios integrales aeronáuticos S.A.S ", se encuentra una propuesta con el uso de un diagrama de flujo para el proceso de recolección de residuos sólidos cuando se genera derrames en el taller de mantenimiento aeronáutico, es importante tener en cuenta que el kit de derrames se debe tener en establecimientos que almacenen, manipulen o

transporten líquidos con características peligrosas según los decretos 321 de 1999, 1609 de 2002 y 4741 de 2005 [89].

6.5. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de residuos sólidos tanto peligrosos como no peligrosos deben asegurar que estos estarán protegidos y que no causarán ningún daño a la salud humana ni ambiental durante el tiempo determinado de espera para su posterior aprovechamiento o disposición.

Para el caso de las empresas estudiadas se propone la independización de Airplan en los procesos de almacenamiento también, por esto es necesario implementar un lugar para el almacenamiento de los residuos no peligrosos que tengan los requerimientos listados a continuación.

- Acceso restringido.
- Localización al interior de la organización.
- Ambientes que impidan la formación de microorganismos y faciliten la limpieza.
- Cubierto y protegido de lluvias.
- Tiene una adecuada iluminación y ventilación.
- Piso firme e impermeable.
- No causa molestias a la comunidad.
- Posee sistemas de control de incendios.
- El lugar evita el acceso de animales.
- Contener los recipientes necesarios para el almacenamiento y separación de residuos sólidos.
- El espacio se mantiene purificado, desinfectado y fumigado.
- Debe poseer sistemas de medición y pesaje para controlar la cantidad de residuos generados.
- Cuenta con un sistema de registro de los residuos generados.
- Solo se almacenan residuos sólidos no peligrosos debidamente señalados y clasificados.

Ahora, para el almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos también existe unas características mínimas para el espacio designado para ese fin, las características se listan a continuación:

- Estar suficientemente alejada de fuentes de agua, áreas calientes o no controladas o altamente pobladas.
- Su acceso es fácil para procesos de transporte o atender situaciones de peligro.
- Señalizaciones de salidas de emergencia.
- El piso del lugar de almacenamiento es firme, impermeable, sin grietas, resistente a sus-

tancias peligrosas y fácil de limpiar.

- Los drenajes no están conectados al acueducto municipal, si no conectado a pozos controlados para su posterior correcta disposición.
- Techo cubierto para impedir el ingreso de lluvias o agua.
- Posee una ventilación e iluminación adecuada.
- El lugar se encuentra señalizado con guías para la disposición y clasificación de residuos peligrosos como se muestra en la Figura 4.3,
- El lugar cuenta con señalización sobre el correcto almacenaje y las incompatibilidades existentes entre tipos de residuos, mostrados en la Figura 6.6.
- Cerca a este lugar se encuentra un sistema contra incendios.
- Posee guías de seguridad sobre las sustancias y residuos almacenados.

En la Figura 6.6, se encuentra un cuadro resumen de incompatibilidades de almacenamiento de residuos peligrosos, como estrategia ilustrativa. Para la aplicación del PMIRS es importante utilizar la guía completa, la cual se encuentra en el "Anexo 2. Propuesta de mejora para el plan de manejo integral de residuos sólidos servicios integrales aeronáuticos S.A.S" [86].



Figura 6.6: Resumen de incompatibilidades en el almacenamiento de residuos peligrosos [86]

6.6. APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL

Para el aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final, se realiza una caracterización de los residuos generados por los proveedores de mantenimiento aeronáutico, las alternativas existentes con respecto a gestores de residuos sólidos, en cumplimiento con la normatividad ambiental y sanitaria vigente, al proponer la disminución del impacto ambiental por medio de la creación de alianzas estratégicas que permitan un mejor control y seguridad del correcto tratamiento y

disposición de los residuos.

En el "Anexo 2. Propuesta de mejora para el plan de manejo integral de residuos sólidos servicios integrales aeronáuticos S.A.S", se encuentra la clasificación de residuos, algunos residuos generados por los talleres aeronáuticos, el aprovechamiento de cada uno y posibles gestores en Colombia, los cuales pueden ser tomados en cuenta para las alianzas estratégicas para el aprovechamiento de residuos sólidos.

6.6.1. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS APROVECHABLES

La industria del vidrio a nivel nacional recicla hasta el 51 %, y la empresa Peldar es la más importante en términos de reciclaje de vidrio. Operando en Colombia, con plantas ubicadas en Envigado, Zipaquirá, Soacha y Buga. Ha logrado reducir aproximadamente 120000 toneladas de vidrio al año [90].

Debido a las características del vidrio, se puede reciclar en un 100 % y tantas veces como se pueda sin que pierda sus características lo que reduce la energía requerida para su fabricación. [90]. Cuando se cuenten con residuos de vidrio es importante que el personal esté enterado de empresas como Peldar y así generen por ejemplo iniciativas propias de reciclaje de este tipo de residuos e incluso puedan entregarlo directamente a estas empresas, o también después de implementado un grupo para la gestión ambiental, plantear una propuesta formal hacia este gestor para que se encargue de este tipo de residuos cada cierto tiempo dependiendo de las cantidades generadas En cuanto al papel y cartón, es importante usarlo cuando sea estrictamente necesario por cuestiones técnicas y normativas, evitando imprimir documentos que puedan ser consultados en un dispositivo electrónico. De igual manera contar con papel ya usado para su reutilización imprimiendo documentos informales.

Los envases plásticos pueden ser usados para depositar otros plásticos, comprimiendo y compactando los mismos para facilitar su transporte o para ser directamente comercializado, esto debe ser acordado con el gestor debido a que el manejo de estos puede variar según la empresa de aprovechamiento.

6.6.2. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

El generador debe ser el encargado de contactar a las empresas que demanden el residuo para exigir los permisos ambientales para el manejo de éstos. Según el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), el tratamiento de los residuos peligrosos sigue siendo princi-

palmente a través de la incineración, seguido por la disposición final sea interna o externa y por último el aprovechamiento o valorización de éstos [91].

A continuación se muestra un listado de opciones de aprovechamiento disponibles en el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos [92]:

- Utilización como combustible (que no sea en la incineración directa) u otros medios de generar energía -
- Recuperación o regeneración de disolventes -
- Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes -
- Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos -
- Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas -
- Regeneración de ácidos o bases -
- Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación -
- Recuperación de componentes provenientes de catalizadores -
- Regeneración u otra reutilización de aceites usados -
- Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura o el mejoramiento ecológico -

.

6.7. PLAN DE CONTINGENCIA

Dentro del plan de contingencia se toma en cuenta las medidas que se deben considerar en casos de emergencia respecto al manejo de residuos sólidos.

El primer paso para realizar el plan de contingencia es detectar las amenazas presentes en los procesos realizados por los proveedores de mantenimiento aeronáutico en la separación, almacenamiento, transporte y recolección de residuos sólidos, al igual que amenazas externas y no controladas.

6.7.1. AMENAZAS CONSIDERADAS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA

Los casos de emergencia que se pueden presentar en las actividades realizadas por los proveedores de mantenimiento aeronáutico son:

- Terremotos o temblores.
- Incendios y/o explosiones.
- Fugas o derrames.
- Suspensión en la prestación de servicios públicos.

6.7.2. ESCENARIOS

Se debe establecer los posibles escenarios donde se pueden presentar las amenazas. En este caso el escenario principal son los lugares donde se establezcan los puntos de recolección de los residuos sólidos y los puntos ecológicos, al igual como el punto de recolección ubicado dentro del Aeropuerto EOH.

Así mismo, se debe contar con lugares de almacenamiento de los elementos necesarios para atender las emergencias, de tal manera que sean de fácil acceso y cuenten con implementos como extintores, guantes, botiquín de primeros auxilios, entre otros.

6.7.3. ACCIONES DE RESPUESTA FRENTE A POSIBLES AMENAZAS

- Las explosiones o incendios en el centro de acopio se podrían presentar debido al almacenamiento de residuos inflamables y contaminados con residuos tóxicos. En este caso es imprescindible contar con extintores en lugares de fácil acceso, y educar a todo el personal del taller en el manejo de este tipo de elementos, además de contar con una ruta de emergencias.
- Si se presentan accidentes laborales que involucren la manipulación de los residuos sólidos ya sea en el centro de acopio o durante el proceso de recolección, el personal debe estar capacitado en el manejo del botiquín de primeros auxilios.
- El aseo de las instalaciones o espacios donde se almacenan los residuos sólidos deben estar debidamente aseadas.

EL grupo de gestión ambiental es el encargado de asegurar que el plan de contingencia sea conocido por todo el personal del taller y se cuente con los recursos y herramientas adecuados

para enfrentarse a una situación de emergencia

6.8. SEGUIMIENTO

En miras de que el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos se mantenga vigente y se asegure su correcta aplicación es necesario contar con un plan de monitoreo o seguimiento a través del cual se identifique los logros obtenidos mediante la aplicación del PMIRS así como las dificultades o problemas que se presentan. Este seguimiento se debe documentar, con la realización de controles y evaluaciones.

También se puede optar por otros instrumentos para medir si las medidas tomadas son efectivas, en este caso indicadores de gestión y los indicadores de destinación estos son un dato cuantitativo para reconocer el tipo de tratamiento a utilizar en el residuo sólido generado.

6.8.1. INDICADOR DE GESTIÓN

A través de este indicador es posible conocer todos los tipos de residuos generados por el taller en un tiempo determinado [85].

$$\%reducción = \frac{Cant.RSaño1 - Cant.RSaño0}{Cant.Rsaño1} * 100 \text{ [85]} \tag{6.1}$$

6.8.2. INDICADOR DE DESTINACIÓN

Con este indicador es posible conocer la cantidad de residuos que se han destinado a cierto tipo de tratamiento por parte del taller [85].

$$\%RellenoSanitario = \frac{Residuosnoaprovechables(ton/mes)}{Totalderesiduosgenerados(ton/mes)} * 100[85] \tag{6.2}$$

$$\%Reciclaje = \frac{Residuosreciclables(ton/mes)}{Totalderesiduosgenerados(ton/mes)} * 100[85] \tag{6.3}$$

$$\%Rellenootrossistemas = \frac{residuosotrossistemas(ton/mes)}{Totalderesiduosgenerados(ton/mes)} * 100[85] \tag{6.4}$$

6.9. ANEXOS

Para la entrega de esta propuesta de mejora del plan de manejo integral de residuos sólidos, se realiza un documento con la información necesaria para la evaluación y posible implementación por parte del proveedor de mantenimiento aeronáutico SIALAS S.A.S.

Este documento se encuentra como "Anexo 1. Propuesta De Mejora Para El Plan De Manejo Integral De Residuos Sólidos Servicios Integrales Aeronáuticos S.A.S", este contiene la mejora realizada al actual PMIRS con el que cuenta el taller SIALAS.

El "Anexo 2. Plan de Contingencia", es un documento el cual hace parte del PMIRS, esto contiene las pautas necesarias para la continuación de la actividad organizacional dado que se presenten situaciones extraordinarias o exista algún riesgo en las operaciones.

Capítulo 7

Conclusiones

En primer lugar, se concluye con el desarrollo de una propuesta de Plan de Manejo Integral de Residuos sólidos como una base de guía para la implementación de este en los talleres aeronáuticos y se promueve la creación de nuevas prácticas de recolección de información estadística sobre los residuos sólidos generados, separación, almacenamiento, capacitación y contratación correspondiente para generar un PMIRS final por parte de las empresas.

Cumpliendo con los objetivos específicos se logra reconocer que tipos de servicios realiza cada empresa estudiada, con respecto al estudio de generación de residuos sólidos, los talleres estudiados no contaban con datos históricos sobre manejo de residuos, por esto se realizó un histórico con algunos de los consumibles y expendables encontrados en registros del almacén de herramientas y partes de SIALAS, relacionando que las salidas de almacén de alguna forma generan un residuo ya sea por el empaque de la parte, el cambio de la misma o uso del producto.

Debido a la dificultad para conseguir información sobre la generación de residuos, la caracterización de los residuos se realiza con los pocos residuos alcanzados a registrar en la visitas realizadas.

En resumen, las visitas realizadas a los talleres de mantenimiento aeronáutico permitieron cumplir el objetivo general de diagnosticar de manera visual y con algunos datos de almacén, cual es el manejo actual de los residuos sólidos que derivan de las actividades de mantenimiento. Sin embargo no fue posible caracterizar completamente los residuos generados por el mantenimiento, ya que no se contaba con información que lo permitiera, debido a que no se tiene registro de la generación de residuos. A partir de esto se genera la propuesta de mejora al PMIRS con los pasos a seguir para la recolección de información certera que permita un mejor análisis de

los residuos generados.

Las dificultades en el manejo de residuos sólidos observadas en las organizaciones estudiadas crea una brecha de oportunidades para la investigación, contratación laboral y evolución de la industria aeronáutica respecto al aprovechamiento, control y disminución de residuos sólidos, por esto mismo, la adaptación de los talleres aeronáuticos en las próximas décadas traen consigo tendencias enfocadas en el medio ambiente garantizando la viabilidad de este tipo de trabajos de grado.

Con respecto a el desarrollo de la propuesta de mejora al PMIRS, la creación de un grupo de gestión ambiental en los talleres evidencia ser relevante, debido a la inclusión de estrategias de sostenibilidad ambiental dentro del sector aeronáutico y a la mejora en el manejo de procesos beneficiosos para el medio ambiente y la protección de la vida, se observa que las industrias en general tienen un grupo de gestión con pocos colaboradores generando sobrecargas de trabajo y disminución de oportunidades de trabajo para profesionales.

Por otro lado, la independización y creación de alianzas estratégicas para el aprovechamiento y disposición de los residuos sólidos toma un rol fundamental en el control, aseguramiento y correcto manejo de los mismos, aportando un factor de credibilidad, confianza y pertenencia con los proveedores de mantenimiento aeronáutico, mediante el cuidado y protección de los recursos naturales.

Al finalizar el trabajo de grado se encuentra también que los proveedores de mantenimiento aeronáutico en Colombia no cuentan con la vigilancia necesaria para garantizar el manejo adecuado de residuos sólidos, la normatividad aeronáutica existente con respecto a la generación de residuos sólidos está eclipsada por temas como la generación de gases y contaminación sonora de las aeronaves. Se aclara que los aspectos mencionados, no son de menor importancia que la generación de residuos sólidos, pero si deberían ser manejados de tal forma que se garantice la práctica igualitaria de procesos de control y manejo.

Bibliografía

[1] C. Montes Cortés, *Estudio de los residuos sólidos en colombia.* Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2018.

[2] S. Kaza, L. C. Yao, P. Bhada-Tata, and F. Van Woerden, *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.* Washington, DC: World Bank, sep 2018. [Online]. Available: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317

[3] S. Szabo, I. I. Koblen, and I. I. Vajdová, "Aviation Technology Life Cycle Stages."

[4] SITA, "Air transport industry insights," united states environmental protection agency, Tech. Rep. of 97, 2018.

[5] Congreso de Colombia, "Ley 9 de 1979," jan 1979. [Online]. Available: http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley_9_1979.CodigoSanitarioNacional.pdf

[6] Presidencia de la República de Colombia, "Decreto 1713 de 2002," aug 2002. [Online]. Available: https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002decreto1713.pdf

[7] Área Metropolitana Valle de Aburrá, "ACTUALIZACIÓN DEL PGIRS REGIONAL DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ 2017-2030," 2017. [Online]. Available: www.metropol.gov.co@areametropol

[8] J. Korhonen, A. Honkasalo, and J. Seppälä, "Circular Economy: The Concept and its Limitations," *Ecological Economics*, vol. 143, pp. 37–46, jan 2018.

[9] "¿Sabes cuánta basura generas en un día? - Volvamos a la fuente." [Online]. Available: https://blogs.iadb.org/agua/es/sabes-cuanta-basura-generas-en-un-dia/

[10] Qantas, "Qantas trials 'zero waste' commercial flight - Australian Aviation.","2019. [Online]. Available: https://australianaviation.com.au/2019/05/qantas-trials-zero-waste-\commercial-flight/

[11] A. C. A. T. D. E. M. System, "Minimising environmental impact in Aircraft maintenance

operations," vol. 3, 2008.

[12] M. Sarralde Duque, "Colombia no tiene rellenos sanitarios y mantiene un mal manejo de basuras," oct 2018. [Online]. Available: https://www.eltiempo.com/justicia/investigacion/colombia-no-tiene-rellenos-sanitarios-y-mantiene-un-mal-manejo-de-basuras-279956

[13] V. y. D. T. Ministerio de Ambiente, "Decreto 4741 de 2005," *Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial,*, no. 4741, p. 30, 2005.

[14] M. d. A. y. desarrollo Sostenible, "Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible - EVA - Función Pública," 2015. [Online]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153

[15] FAA, "O'Hare Modernization Final Environmental Impact Statement," 2005. [Online]. Available: https://www.faa.gov/airports/airport_development/omp/eis/feis/

[16] Airbus, "Minimising environmental impact in Aircraft maintenance operations," Tech. Rep. [Online]. Available: www.airbus.com

[17] Área Metropolitana del Valle de Aburrá, "¿Quiénes somos?" 2021. [Online]. Available: https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/quienes-somos.aspx

[18] "Decreto 1077 de 2015 Sector Vivienda, Ciudad y Territorio - EVA - Función Pública," 2015. [Online]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216

[19] J. M. Briganti Fernández, A. D. C. Díaz Alvarez, and I. S. Vergara Serpa, "Lineamientos Para La Separación En La Fuente De Los Residuos Sólidos Producidos Por El Sector Residencial (Estratos 4, 5 Y 6) De La Ciudad De Cartagena De Indias D. T Y," Corporación Autónoma Regional Del Canal Del Dique Corporación Universitaria Tecnológica De Bolívar, Cartagena, Tech. Rep., 2003.

[20] V. y. D. T. Ministerio de Ambiente, "Decreto 838 de 2005 - EVA - Función Pública," 2005. [Online]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=16123

[21] A.-A. M.S and E.-H. S.M, "Construction Waste Management: Using The 7Rs Golden Rule For Industrial Ecology," pp. 371–378, 2016.

[22] A. M. D. BOGOTÁ, "Guía Técnica Para El Aprovechamiento De Residuos Orgánicos A Través De Metodologías De Compostaje Y Lombricultura," Tech. Rep. [Online]. Available: https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

[23] X. Jicheng, J. Silva, and I. Duarte de Almeida, "(PDF) A New Concep-

tual Perspective on Circular Economy: preliminarily confirmation of the 7R Principle by a descriptive Case Study in Eastern China," 2017. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/333755946_A_New_Conceptual_Perspective_on_Circular_Economy_preliminarily_confirmation_of_the_7R_Principle_by_a_descriptive_Case_Study_in_Eastern_China

[24] A. M. A. Sierra, "Aprovechamiento de Residuos Sólidos en Colombia," p. 22. [Online]. Available: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3644/Aprovechamiento%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20en%20Colombia.pdf?sequence=1#:~:text=El%20aprovechamiento%20de%20residuos%20en,de%20aseo%20y%20al%20r%C3%A9gimen

[25] Carina Magaly Alvarez Gómez de Cos, *Tesis: Reciclaje Y Su Aporte En La EducaciÓN Ambiental*, 2013. [Online]. Available: http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/05/09/Alvarez-Carina.pdf

[26] J. D. Lara Gonzales, "Reducir, Reutilizar, Reciclar," Universidad Autónoma del Estado de México, México, Tech. Rep., 2008. [Online]. Available: http://redalyc.uaemex.mx

[27] L. C. Peña Castillo, "Evaluación De La Producción De Gas Y Líquido Combustible Mediante El Proceso De Pirólisis De Madera Para Aplicación En La Zona Del Resguardo Yaigojé En El Vaupés Colombiano," 2019. [Online]. Available: http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7399/1/6141226-2019-1-IQ.pdf

[28] L. Rodríguez Machín, R. Pérez Bermúdez, C. E. Quintana Pérez, V. S. Ocaña Guevara, and A. Duffus Scott, "Termo-conversión de biomasa. Tendencias de investigación," 2011. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/280085295_Termo-conversion_de_biomasa_Tendencias_de_investigacion

[29] R. A. Parra Huertas, "Digestión anaeróbica: mecanismos biotecnológicos en el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la industria alimentaria."

[30] A. R. Fernando Sebastián Nogués, Daniel García Galindo, *Energía de la biomasa*. Prensas Universitarias de Zaragoza, 2010.

[31] L. Espinosa, A. Rebolledo, I. Irausquín, and A. Quiroga, "Estudio de la confiabilidad humana en el mantenimiento aeronáutico," 2012. [Online]. Available: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0254-07702012000300007&script=sci_arttext

[32] A. MORENO LEMOS, "Doctrina del mantenimiento, mantenibilidad, fiabilidad y aplicación en equipos aeronáuticos," 2004. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Abelardo-Lemos/publication/281902723_Escuela_Post_grados_FAC/links/55fd7d2708aec948c4d15e64/Escuela-Post-grados-FAC.

pdf

[33] H. Kinnison and T. Siddiqui, "Aviation Maintenance Management," *Aviation Maintenance Management*, no. Second Edition, jan 2013. [Online]. Available: https://commons.erau.edu/publication/1538

[34] FAA, "Soft Time, Hard Time, and OC CM Components." [Online]. Available: http://www.faa-aircraft-certification.com/soft-time-hard-time-and-oc-cm-components.html

[35] J. A. Loera Soto, "Cadena de Suministro de Materiales consumibles en un taller," 2013. [Online]. Available: https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12509/19012013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[36] J. Gu, G. Zhang, and K. W. Li, "Efficient aircraft spare parts inventory management under demand uncertainty," *Journal of Air Transport Management*, vol. 42, pp. 101–109, jan 2015.

[37] Air Transport Association of America, "World airlines technical operations glossary: WATOG; airline industry standard," 1992. [Online]. Available: https://books.google.com.co/books/about/World_airlines_technical_operations_glos.html?id=ganjmgEACAAJ&redir_esc=y

[38] P. . Brayam and S. Builes Echavarría, "Plan de Manejo Integrado de Residuos Solidos."

[39] Ministerio de Medio Ambiente, *Política para la gestión integral de residuos*, 1998. [Online]. Available: https://cia.corantioquia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4356&query_desc=su%2Cwrdl%3A%22RESIDUOSSOLIDOS%22

[40] Área Metropolitana del Valle de Aburrá, "Resolución metropolitana 879 de 2007," Tech. Rep., 2007.

[41] "Plan De Manejo Ambiental Codigo: Hseq-Fr-0091 Version: 2.0 Fase Operativa-Medio Abiótico 1. Programas De Manejo Del Suelo-1.2 Manejo Integral de Residuos Sólidos," Tech. Rep.

[42] D. F. Hoyos Taborda and J. D. Ninco Salgado, "Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Para El Aeropuerto Internacional Alfonso Bonilla Aragon Bajo La Norma Iso 14001," *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2010.

[43] R. A. Santana, "Evaluación de la Implementación del Plan de Manejo Ambiental del Aeropuerto El Dorado de Bogotá D.C," 2012. [Online]. Available: http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00000352.pdf

[44] S. M. Archbold, "Formulación de un plan integral de residual sólidos como componente

interno en el Aeropuerto Internacional de San Andres," 2013. [Online]. Available: http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/468

[45] Velázquez-Martínez, Valio, Santasalo-Aarnio, Reuter, and Serna-Guerrero, "A Critical Review of Lithium-Ion Battery Recycling Processes from a Circular Economy Perspective," *Batteries*, vol. 5, no. 4, p. 68, nov 2019. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2313-0105/5/4/68

[46] Y.-Y. Hung, L.-T. Yin, J.-W. Wang, C.-T. Wang, C.-H. Tsai, and Y.-M. Kuo, "Recycling of spent nickel-cadmium battery using a thermal separation process," *Environmental Progress Sustainable Energy*, vol. 37, no. 2, pp. 645–654, mar 2018. [Online]. Available: http://doi.wiley.com/10.1002/ep.12714

[47] "Recycling used lead-acid batteries: health considerations; 2017 - PAHO/WHO | Pan American Health Organization." [Online]. Available: https://www.paho.org/en/documents/recycling-used-lead-acid-batteries-health-considerations-2017

[48] D. A. Marconatto and L. B. Cruz, "Corporate social responsibility and strategy in the aerospace industry: the case of CSeries at Bombardier," *Revista Brasileira de Casos de Ensino em Administração*, vol. 6, no. 2, p. 12, dec 2016. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.12660/gvcasosv6n2c12

[49] K. Jenkins, K. L. Klink, and G. C. Cushnie, "Metal Finishing Pollution Prevention Opportunities Developed Through The Use Of Plato'S Process Planner™," *Proceedings of the Water Environment Federation*, vol. 2004, no. 6, pp. 760–777, oct 2012.

[50] M. D. I. Buruiana, Daniela Laura. bordei and A. Ciurea, "(PDF) Recycling options for used sandblasting grit into road construction." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/309395303_Recycling_options_for_used_sandblasting_grit_into_road_construction

[51] H. Koornneef, W. J. Verhagen, and R. Curran, "Contextualising aircraft maintenance documentation," *International Journal of Agile Systems and Management*, vol. 10, no. 2, pp. 160–179, 2017. [Online]. Available: https://doi.org/10.1504/IJASM.2017.086159

[52] Industry Trend, "Business Review en Español: Renault SOFASA ," jan 2019. [Online]. Available: https://industrytrend.net/business-review-en-espanol-renault-sofasa/

[53] Grupo Renault, "Informe De Sostenibilidad," Tech. Rep., 2014.

[54] Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana S.A, "Responsabilidades frente al sistema de gestión ambiental," pp. 1–9, 2016.

[55] FAC, "Segundo reporte de sostenibilidad y resposabilidad social institucional," Tech. Rep., 2015. [Online]. Available: https://d2r89ls1uje5rg.cloudfront.net/sites/default/files/

capitulo8.pdf

[56] Avianca, "Informe de sostenibilidad 2010," Tech. Rep., 2010.

[57] AviancaSA, "Informe de responsabilidad social y sostenibilidad," Tech. Rep., 2014.

[58] Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, "Plan Estratégico Aeronáutico 2030," Bogotá, Tech. Rep., 2019. [Online]. Available: https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/II-FORO2030/Documents/ResumenEjecutivoPlanEstratégicoAeronáutico2030.pdf

[59] Portafolio, "Aeropuerto El Dorado recibe acreditación en gestión ambiental ," may 2017. [Online]. Available: https://www.portafolio.co/negocios/empresas/aeropuerto-el-dorado-recibe-acreditacion-en-gestion-ambiental-506182

[60] Revista Empresarial y Laboral, "Acreditación de Huella de Carbono ACI al Aeropuerto El Dorado ," 2017. [Online]. Available: https://revistaempresarial.com/actualidad-empresarial/novedades/acreditacion-huella-carbono-aeropuerto-dorado/

[61] ICONTEC, "Certificación del Sistema de Gestión Basura Cero - Icontec." [Online]. Available: https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-del-sistema-de-gestion-basura-cero/

[62] Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, "RAC 216 (Reglamentos Aeronáuticos De Colombia)," Tech. Rep., oct 2020.

[63] RAC, "Guia plan de gestión integral de residuos peligrosos en aeropuertos," 2013. [Online]. Available: http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/CIRCULARESAGA/CI051-V2.pdf

[64] Congreso de Colombia, "Ley 99 de 1993 Nivel Nacional," 1993. [Online]. Available: https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297

[65] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Decreto 2041 de 2014," 2014. [Online]. Available: http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1389917

[66] Ministerio del medio ambiente, "Decreto 2107 de 1995," 1995. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_2107_301195.pdf

[67] Ministerio Del Medio Ambiente Y Desarrollo Sostenimble, "Decreto 1697 de 1997," 1997. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1697_270697.pdf

[68] M. D. M. A. Y. D. Sostenimble, "Decreto 948 de 1995," 1995. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf

[69] V. Y. D. T. Ministerio de Ambiente, "Resolución 0601 DE 2006," 2006. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/59-Resoluci{ó}n601de2006-calidaddelaire.pdf

[70] J. Manuel Santos Calderón, J. Fernando Cristo Bustos, M. Cárdenas Santamaría, J. Eduardo Londoño Ulloa, L. Carlos Villegas Echeverri Ministro de Defensa Nacional Aurelio Iragorri Valencia, A. Gaviria Uribe, C. Eugenia López Obregón Ministra de Trabajo Germán Arce Zapata, M. Claudia Lacouture Pinedo, Y. Giha Tovar Ministra de Educación Nacional Luis Gilberto Murillo Urrutia, E. Noguera De la Espriella, D. Luna Sánchez, J. Eduardo Rojas Giraldo, M. Garcés Córdoba Ministra de Cultura Alejandro Olaya Dávila, T. Orozco de la Cruz, and L. Fernando Mejía Alzate Subdirector Sectorial Manuel Fernando Castro Quiroz, "CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES 3874," 2016.

[71] Área Metropolitana del Valle de Aburrá and Universidad Pontificia Bolivariana, "MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE RESPEL ISBN 978-958-764-065-6." [Online]. Available: https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/GestionRespel/Herramientaparaclasificaci{ó}ndeRESPEL_2012.pdf

[72] M. del interior, "Plan De Gestión Integral De Residuos Peligrosos 2020-2024 PGIRESPEL Ministerio Del Interior," Bogotá, Tech. Rep., 2020. [Online]. Available: https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/documentos/guia_plan_de_gestion_integral_de_residuos_peligrosos_2020-2024.pdf

[73] "Plan de Manejo de Residuos Especiales, un compromiso con la sociedad y un buen legado para nuestros descendientes | Prevención Integral ORP Conference." [Online]. Available: https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2015/plan-manejo-residuos-especiales-compromiso-con-sociedad-buen-legado-para-nuestros-d\escendientes

[74] Corantioquia, "Tipos de residuos a separar según el nuevo Código de Colores (Resolución 2184 de 2019)," 2019. [Online]. Available: https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/SitePages/gestiointegralresiduossolidos/Textogeneralnuevoc{ó}digodecolores.pdf

[75] William F. Smith, *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales*, tercera ed., 1998. [Online]. Available: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-08-14_06-55-05108626.pdf

[76] Martínez Rojas Isaac, Vignote Peña Santiago Betancur, *Tecnología de la madera*, 2005. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=311342

[77] G. Salas-Banuet, O. Jaime, R. Baena, B. R. Cockrell, J. Ramírez-Vieyra, and M. E. Noguez-Amaya, "La química y la ciencia a ingeniería de los materiales," vol. 79, pp. 70–96, 2012.

[78] Alicia de Lera Santín, *Tesis Doctoral: Aplicaciones Enzimáticas En Procesos De Conservación Y Restauración De Obras De Arte. Consolidación De Celulosa, Capitulo II: El papel* . [Online]. Available: https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/14292/5-%20Cap%C3%ADtulo%20II.%20El%20papel.pdf?sequence=5&isAllowed=y

[79] G. Jaramillo, H. Liliana, and M. Zapata Márquez, "Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia." Tech. Rep., 2008.

[80] E. Florían, "Desarrollo Organizacional Código: B-Pc-15.003.057 Protocolo Para El Manejo Integral De Residuos Ordinarios E Inertes Versión: 0.0," Tech. Rep., 2015.

[81] N. Garita Sánchez and J. Roja Vargas, "Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompos," 2015. [Online]. Available: https://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/ManualComposteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[82] I. colombiano de normas técnicas y certificación, "Norma técnica Colombiana GTC 24: Gestión ambiental. Residuos Sólidos y guía para la separación en la fuente." *Instituto colombiano de normas técnicas y certificación*, no. 571, pp. 1–18, 2009. [Online]. Available: http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC24DE2009.pdf

[83] M. Betancur Vélez, B. E. Gómez, and A. M. Bustamante Moreno, *Guía para la gestión de residuos peligrosos*, 2011. [Online]. Available: http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/ResiduosPeligrosos/GUIA_RESPEL.pdf

[84] S. A. y. D. Sostenible, "Decreto 1076 de 2015," 2015. [Online]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153

[85] Area Metropolitana Del Valle De Aburrá, "Manual Para El Manejo Integral De," *Manual Para El Manejo Integral De Residuos En El Valle De Aburrá*, pp. 1–47, 2004.

[86] M. de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Guías Ambientales De Almacenamiento Y Transporte Por Carretera De Sustancias Químicas Peligrosas Y Residuos Peligrosos Libertad Y Orden," Tech. Rep. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guias_ambientales_almacenam_transp_x_carretera_sust_quim_res_pelig.pdf

[87] INFORMA COLOMBIA S.A, "Informe promocional industrial aeronautica s a s," 2020. [Online]. Available: https://www.informacion-empresas.co/Empresa_INDUSTRIAL-AERONAUTICA-SA.html

[88] M. F. Pulgarín, J. E. Torres Herazo, and S. L. Ramírez, "Diseño de programa de capacitación para el manejo integral de residuos solidos universidad san buenaventura seccional medellín," Universidad San Buenaventura Sede Medellín, Medellín, Tech. Rep., nov 2012. [Online]. Available: http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1077/1/Dise~no_Capacitacion_Residuos_Pulgarin_2012.pdf

[89] Emvarias, "Protocolo De Seguridad En Caso De Derrames 1.1. Kit Para Derrames," Tech. Rep.

[90] Twenergy, "El reciclaje de vidrio en Colombia: un compromiso en crecimiento." [Online]. Available: https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/reciclaje/colombia-apuesta-por-el-reciclaje-de-vidrio-618/

[91] IDEAM, "Residuos peligrosos - IDEAM." [Online]. Available: http://www.siac.gov.co/residuospeligrosos

[92] IDEAM and Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Informe nacional de residuos o desechos peligrosos en Colombia 2016."