

Universidad de La Salle

**Ciencia Unisalle**

---

Ingeniería Ambiental y Sanitaria

Facultad de Ingeniería

---

1-1-2011

## **Determinación de característica de infecciosidad y propuesta técnica para la gestión integral de residuos sólidos generados en vuelos internacionales de Avianca**

Juan Sebastián García Orjuela  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)

---

### **Citación recomendada**

García Orjuela, J. S. (2011). Determinación de característica de infecciosidad y propuesta técnica para la gestión integral de residuos sólidos generados en vuelos internacionales de Avianca. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/644](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/644)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICA DE INFECCIOSIDAD Y  
PROPUESTA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS GENERADOS EN VUELOS INTERNACIONALES DE AVIANCA**

**JUAN SEBASTIAN GARCIA ORJUELA**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ.D.C.  
2011**

**DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICA DE INFECCIOSIDAD Y  
PROPUESTA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS GENERADOS EN VUELOS INTERNACIONALES DE AVIANCA**

**JUAN SEBASTIAN GARCIA ORJUELA**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero ambiental y sanitario**

**Directora**

**CARMENZA ROBAYO AVELLANEDA**

**Ingeniera sanitaria – Universidad del Valle**

**Maestría Saneamiento y Desarrollo Ambiental – Universidad Javeriana**

**Especialización en gestión de residuos industriales y peligrosos – CEPIS**

**Diplomado en Producción Más Limpia – Universidad de los Andes**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ D.C.  
2011**

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

PRESIDENTE DEL JURADO

---

JURADO

---

JURADO

Bogotá, Julio de 2011

## DEDICATORIA

A mi familia, a mi tía teresa,  
por sus esfuerzos y por creer en mí.

JSGO

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

- La ingeniera Carmenza Robayo Avellaneda. Directora de esta investigación, por su conducción y quien con su apoyo y guía hizo posible este proyecto.
- Al ingeniero ambiental Andrés Muñoz, quien en representación de la empresa Avianca S.A. brindo toda su solidaridad para la realización de las pruebas de laboratorio e información necesaria para la culminación del presente proyecto.
- Al diseñador industrial Lucas Ivorra por su colaboración y ayuda en el logro de resultados.
- Mis padres y hermana por su amor, paciencia y por creer en mí en todo momento al brindarme la oportunidad de formarme personal y profesionalmente.
- Mi tía Teresa Orjuela por ser una persona incondicional en la familia y que en todo momento valoro e impulso mi proyecto de vida.
- La universidad de la Salle, por ser la institución que dio los cimientos humanos y académicos necesarios para formarme como un profesional integral.

## CONTENIDO

	Pág
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	4
GLOSARIO	5
1. MARCO DE REFERENCIA	8
1.1 MARCO TEÓRICO	8
1.1.1 Residuos peligrosos de carácter infeccioso	8
1.1.1.1 <i>Bacillus stearothermophilus</i>	9
1.1.1.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	9
1.1.2 Generación de residuos sólidos en la industria aérea	10
1.1.3 Reciclaje de residuos sólidos	14
1.2 MARCO LEGAL	15
1.2.1 Panorama actual de la normatividad	15
1.2.2 Política ambiental de Avianca	15
2. METODOLOGÍA	17
2.1 FASE I: RECOPIACION DE INFORMACION	17
2.2 FASE II: DIAGNOSTICO	17
2.3 FASE III: OPORTUNIDADES DE MEJORA	18
2.4 FASE IV: ELABORACIÓN DOCUMENTO	18
3. GENERALIDADES DE LA AEROLINEA AVIANCA S.A	20
3.1 LOCALIZACION	20
3.2 ANTECEDENTES EN LA GESTIÓN SANITARIO-AMBIENTAL	20
4. GESTIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LOS VUELOS INTERNACIONALES	22

4.1 GENERACIÓN	22
4.1.1 Composición física de los residuos	23
4.1.2 Indicador	24
4.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	26
4.2.1 Transporte “interno”	26
4.2.2 Almacenamiento	27
4.2.3 Transporte “Externo”	27
4.3 DISPOSICIÓN FINAL	28
5. ANALISIS DE RESULTADOS	29
5.1 ANÁLISIS DE LABORATORIO	29
5.1.1 Análisis de carácter microbiológico	29
5.1.2 Análisis de carácter toxicológico (TCLP – COV)	31
5.2 CORRELACIÓN DE RESULTADOS CON EL DECRETO 1601 DE 1984	33
6. PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN VUELOS INTERNACIONALES	35
6.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA	35
6.2 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE VUELOS INTERNACIONALES	36
6.2.1 Gestión de los residuos sólidos de vuelos internacionales en la aeronave	36
6.2.2 Gestión de los residuos sólidos de vuelos internacionales en tierra	36
6.3 CONCIENTIZACIÓN Y CAPACITACIÓN	39
6.4 INDICADORES DE LA PROPUESTA TÉCNICA	39
7. CONCLUSIONES	42
8. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	44

## LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Limite máximo de microorganismos.	8
Tabla 2. Costos mensuales de incineración de residuos sólidos de vuelos internacionales.	13
Tabla 3. Aspectos del reciclaje por material recuperado.	14
Tabla 4. Normatividad internacional y nacional referente a los residuos sólidos de vuelos internacionales.	16
Tabla 5. Resumen de la metodología aplicada en el proyecto.	19
Tabla 6. Composición de los residuos sólidos de vuelos internacionales	23
Tabla 7. Datos relacionados con las muestras tomadas.	29
Tabla 8. Resultados de análisis microbiológico realizado por Ivonne Bernier laboratorio Ltda.	30
Tabla 9. Características para un agente infeccioso.	31
Tabla 10. Resultados de análisis toxicológico realizado por el laboratorio de ingeniería civil y ambiental de la universidad de los Andes.	32
Tabla 11. Aspectos del decreto 1601 de 1984 y su aplicabilidad.	34
Tabla 12. Oportunidades de mejora aplicables a la gestión actual de los residuos sólidos de vuelos internacionales.	35
Tabla 13. Ficha técnica para el manejo de los residuos sólidos de vuelos internacionales en la aeronave.	37
Tabla 14. Ficha técnica para el manejo de los residuos sólidos de vuelos internacionales en tierra.	38
Tabla 15. Indicador de generación de residuos sólidos de vuelos internacionales por cada 100 sillas disponibles.	40
Tabla 16. Indicador de aprovechamiento.	40
Tabla 17. Indicador de aprovechamiento de residuos por sillas disponibles.	41

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág
Grafica 1. Composición estimada de los residuos basada en datos de 5 mayores aeropuertos.	11
Grafica 2. Comportamiento de la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales.	13
Grafica 3. Composición porcentual de los materiales encontrados en los residuos sólidos de vuelos internacionales.	24
Grafica 4. Aplicación del indicador $IG_{RSVI}$ .	25

## LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Microscopia del <i>Bacillus stearothermophilus</i>	9
Imagen 2. Micrografía del <i>Staphylococcus aureus</i>	10
Imagen 3. Localización aeropuerto internacional “Eldorado”	20
Imagen 4. Generación de residuos sólidos	22
Imagen 5. Limpieza de aeronave	22
Imagen 6. Muestra representativa para caracterización	23
Imagen 7. Área de desplatado	26
Imagen 8. Bolsa para residuos de vuelos internacionales	26
Imagen 9. Lugar de almacenamiento de residuos sólidos provenientes de vuelos internacionales	27
Imagen 10. Vehículo de INTERASEO S.A. E.S.P para el transporte de residuos peligrosos	27
Imagen 11. Celda de seguridad de RELLENOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	28

## LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A. Metodología propuesta por el Ingeniero Héctor Collazos Peñaloza, para determinar la composición física de residuos sólidos	46
Anexo B. Conceptos emitidos por el Ministerio de la Protección Social	49

## RESUMEN

En Colombia los residuos sólidos procedentes de vuelos internacionales son incinerados porque se consideran peligrosos (infecciosos), sin la debida sustentación de un estudio que así lo demuestre, por ello, este proyecto buscó determinar la característica de peligrosidad (infecciosidad/patogenicidad) de los residuos generados en vuelos internacionales tomando como área de estudio los vuelos de la aerolínea Avianca S.A. que llegan al aeropuerto internacional “Eldorado”.

Durante el estudio se determinó la presencia de los microorganismos *Bacillus stearothermophilus* y el *Staphylococcus aureus* en los residuos de vuelos internacionales, tomando 3 muestras para los vuelos de corto, medio y largo radio (una para cada uno) y una muestra para determinar la características de toxicidad por lixiviación, a través de la prueba TCLP (sigla en inglés).

Los resultados del análisis microbiológico mostraron la presencia de *Staphylococcus aureus* en solo una muestra del total de muestras tomadas, pero este no presentó característica de un agente infeccioso, por lo que la definición colombiana para residuos de carácter infeccioso no debe aplicarse a estos residuos.

Los resultados del análisis de la prueba de TCLP indicaron que los residuos estudiados no poseen característica de toxicidad, teniendo en cuenta que las concentraciones de los contaminantes estudiados en el lixiviado son exiguas en comparación a las establecidas en la normatividad.

Lo anterior, determinó la elaboración de un documento técnico, que contiene los procedimientos para el manejo y gestión ambientalmente sostenible de los mismos.

## ABSTRACT

In Colombia, the solid waste from flightsInternational incinerated because they are considered dangerous(infectious) without the due maintenance of a study and show it, therefore, this project seeks to determinehazard characteristics (infectivity / pathogenicity) of waste generated on international flights taking as study area the flights of Avianca S.A. that reach the international airport "Eldorado".

During the study identified the presence of organisms *Bacillus stearothermophilus* and *Staphylococcus aureus* in the waste of international flights, taking 3 samples for flights of short, medium and long haul (one for each) and a sample to determine the characteristics of toxicity by leaching through the TCLP test (ToxicityCharacteristicLeachingProcedure).

The results of microbiological analysis showed the presence of *Staphylococcus aureus* in only one sample of the total samples, and it does not present the characteristic of an infectious agent, so the definition of character Colombian infectious waste does not apply to these wastes.

The results of the analysis of the TCLP test study indicated that residues are not toxic because the concentrations of the pollutants studied in the leachate are minimal compared to those in the regulations.

Therefore, it created a technical document which includes the correct procedures for handling them.

## INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos procedentes de vuelos internacionales son incinerados porque en Colombia se consideran peligrosos con característica de infecciosidad, debido a la potencialidad de ser agentes transmisores de enfermedades foráneas; por lo tanto, la incineración surge como la alternativa más segura para la termodestrucción de cualquier agente patógeno; sin embargo a nivel nacional no se ha realizado estudio alguno que permita establecer o confirmar tal característica de peligrosidad para estos residuos.

Teniendo en cuenta la anteriormente expuesto, surge el presente proyecto con el objetivo principal de determinar el grado de infecciosidad/patogenicidad de los residuos de los vuelos internacionales y con ello crear un documento de carácter técnico que permita realizar una gestión integral (principalmente de los residuos inorgánicos) tomando como universo de estudio los vuelos internacionales de la aerolínea Avianca S.A. que aterrizan en el aeropuerto internacional “Eldorado” de la ciudad de Bogotá D.C.

Este documento inicia con un marco de referencia en donde se contextualiza el proyecto, seguido de la metodología empleada en el desarrollo del mismo junto con una descripción de la aerolínea involucrada en el estudio. Posteriormente se describe la situación actual de los residuos sólidos de vuelos internacionales accediendo a diferentes medios de información, emitidos por los distintos entes involucrados, y desarrollando visitas diagnósticas para conocer la actual gestión de estos residuos; consecutivamente se analizan los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, para muestras tomadas de vuelos de corto, medio y largo radio y realizar, con base en todo lo anterior, el documento técnico mencionado en el párrafo anterior.

Finalmente, se espera que con los resultados obtenidos durante el desarrollo del estudio se logren aprovechar eficientemente los residuos sólidos y a su vez se reduzcan los costos de incineración para la aerolínea Avianca S.A.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Determinar característica de peligrosidad (infecciosidad/patogenicidad) de los residuos generados en vuelos internacionales de la aerolínea Avianca S.A. en el aeropuerto internacional “Eldorado” y establecer procedimientos para su gestión integral.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la composición física de los residuos sólidos generados en los vuelos internacionales de la aerolínea Avianca S.A. en el aeropuerto internacional “Eldorado”.
- Establecer el estado del arte sobre la gestión actual de los residuos sólidos generados en los vuelos internacionales y determinar oportunidades de aprovechamiento.
- Elaborar documento técnico para la valorización (aprovechamiento, recuperación y/o reciclaje) de residuos sólidos generados en vuelos internacionales, que sirva de insumo para actualización del Decreto 1601 de 1984, fundamentados en la producción de residuos y análisis de laboratorio realizados a residuos de vuelos internacionales de la aerolínea Avianca S.A.
- Aplicar Indicadores que permitan determinar los costos de incineración de los residuos generados en los vuelos internacionales de la aerolínea Avianca S.A. que llegan al aeropuerto internacional “Eldorado”.

## GLOSARIO

Para la comprensión e interpretación del presente documento se incluyen los siguientes criterios y conceptos:

**AERONAVE:** vehículo para la navegación aérea.

**APROVECHAMIENTO Y/O VALORIZACIÓN:** proceso de recuperar el valor remanente o el poder calórico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.

***Bacillusstearothermophilus*:** microorganismo pertenece al género de la familia bacillae, sus numerosas especies son aerobias o anaerobias facultativas, forman esporas, presentan forma de bastón y la gran mayoría es Gram-positiva, y móvil.

**CATERING:** procedimiento dedicado a proveer el servicio de comida y bebida para diferentes empresas; para el presente proyecto, proveer comida y bebidas en las cocinas de los aviones de Avianca S.A.

**CONTROL SANITARIO:** vigilancia ejercida por la autoridad competente en una área o actividad específica, para velar por el cumplimiento de las normas legales establecidas para proteger la salud humana, animal, vegetal y el ambiente.

**DISPOSICIÓN FINAL:** proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

**DOSIS INFECTANTE:** Cantidad de microorganismos necesaria para producir una infección.

**ESPECIFICIDAD:** Capacidad de producir infección en huéspedes de una o varias especies.

***Staphylococcus aureus*:** especie que se caracteriza por pigmentos amarillos que se encuentra presente en la flora normal del tracto respiratorio y de la piel humana.

**ESTERILIZACIÓN:** destrucción de todos los microorganismos por medios físicos o químicos.

**FORANEO:** forastero, extraño. Que no es propio de un lugar.

**GALLEY:** Cocina de los aviones, donde se guardan las comidas y bebidas. En el galley no se cocina nada. Simplemente, todo se calienta en hornos eléctricos.

**GATE GOURMET:** proveedor mundial independiente de catering y aprovisionamiento de servicios de las aerolíneas.

**HORNO INCINERADOR:** dispositivo en el que se incineran residuos sólidos y líquidos con el fin de reducir su volumen y grado de peligrosidad.

**INCINERACIÓN** (termodestrucción): proceso de combustión controlada, para tratar los residuos sólidos.

**INMUNOGENICIDAD:** capacidad de inducción de producción de anticuerpos como respuesta a antígenos.

**INFECCIOSIDAD:** cualidad de lo que es infeccioso. Poder infectante.

**INVASIVIDAD:** capacidad de invadir y multiplicarse en los tejidos.

**PATOGENICIDAD:** capacidad de producir la enfermedad.

**RESIDUO BIODEGRADABLE (orgánico):** residuos que en condiciones de vertido, pueden descomponerse de forma aerobia o anaerobia, como los residuos de alimentos.

**RESIDUO PELIGROSO:** residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. (Decreto 4741 de 2005. Ministerio da ambiente, vivienda y desarrollo territorial)

**RESIDUO SÓLIDO:** cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, rechaza o entrega después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales e institucionales o de servicios.

**RIESGO:** probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente.

**TOXIGENICIDAD:** Capacidad de producción de sustancias tóxicas a nivel local o general.

**TRATAMIENTO:** Aplicación de métodos mecánicos, físicos, químicos y biológicos o combinación de éstos a los residuos sólidos que permitan garantizar un parámetro o estándar.

**TROLLEY:** Carro con ruedas que lleva las bandejas con comidas y botellitas de bebidas alcohólicas y licores que se venden o regalan a bordo.

**RAMPA O PLATAFORMA:** área definida en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves, para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, aprovisionamiento, estacionamiento y otros servicios a aeronaves en tierra.

**VIRULENCIA:** Capacidad de producir casos graves o fatales.

**VEHÍCULO:** medio de transporte marítimo, fluvial aéreo o terrestre.

**VUELO INTERNACIONAL:** trayecto que recorre una aeronave y en el que se han trascendido las fronteras de un país.

## 1. MARCO DE REFERENCIA

### 1.1 MARCO TEORICO

#### 1.1.1 Residuos peligrosos de carácter infeccioso

Los residuos de carácter infeccioso, o de riesgo biológico, se caracterizan porque contienen microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueda producir una enfermedad infecciosa en huéspedes susceptibles.<sup>1</sup> Por tal razón, los residuos sólidos de vuelos internacionales pueden ajustarse a este criterio, si en ellos se encuentran tales microorganismos.

De otra parte, para que los residuos sólidos con carácter de infecciosidad puedan disponerse en relleno sanitario deben cumplir con un estándar o límite máximo de microorganismos (después de someterse a un proceso de esterilización), contenidos en la tabla 1.

**Tabla 1. Límite máximo de microorganismos**

Microorganismos	Límite máximo
Hongomoniliform proliferating	ND
Bacillus subtilis	ND
Bacillus stearothermophilus	ND
Enterococcusfaecalis	ND
Mycobacterium tuberculosis hominia	ND
Herpesvirus	ND
Poliovirus	ND
Staphylococcusaureus	ND
Pseudomonaaeruginosa	ND
ND: No Detectable	

Fuente. Manual de Procedimientos para Gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia, 2002. p 20

Los microorganismos relacionados en la tabla anterior son los considerados como de mayor patogenicidad y de naturaleza resistente a diferentes condiciones medioambientales, por lo que no deben encontrarse en ningún residuo, esto significa que en cualquier equipo o procedimiento para detección de estos microorganismos.

---

<sup>1</sup> Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Manual

Para efectos del proyecto se determinaron los microorganismos *Bacillus stearothermophilus* y el *Staphylococcus aureus*, por considerarlos de mayor representatividad.

#### 1.1.1.1 *Bacillus stearothermophilus*

Este microorganismo pertenece al género de la familia *bacillae*, sus numerosas especies son aerobias o anaerobias facultativas, forman esporas, presentan forma de bastón y la gran mayoría es Gram-positiva, y móvil. Están representados principalmente por saprofitos del suelo, de los cuales solo unos pocos, pueden causar infecciones humanas con poca frecuencia.

**Imagen 1. Microscopia del *Bacillus stearothermophilus***



Fuente. Dennis Kunkel Microscopy, Inc./Visuals Unlimited, Inc.

El *Bacillus stearothermophilus*, que evidencia la imagen 1, es una especie termófila que produce esporas muy resistentes por lo que su temperatura de crecimiento óptima es de alrededor de 55 °C, por ello, este microorganismo se emplea ampliamente en el control de la esterilización con autoclave.<sup>2</sup>

#### 1.1.1.2 *Staphylococcus aureus*<sup>3</sup>

Este microorganismo pertenece al género de los estafilococos, los cuales son cocos gran-positivos no esporulados, de unos 0.8 – 1 µm de diámetro, resistentes a la sequedad por lo que se dispersan con facilidad por partículas de polvo a través del aire y de las superficies.

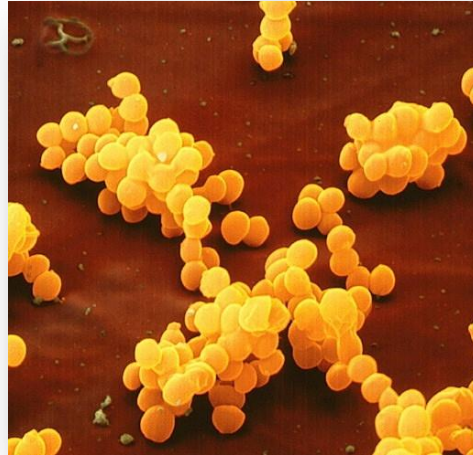
---

<sup>2</sup>LYNNE B. James. Diccionario enciclopédico del laboratorio clínico. Ed. Médica Panamericana. 2000.

<sup>3</sup>Micahel T. Madigan. Brock Biología de los microorganismos 12 ed. Madrid: Pearson, 2009. ISBN 978-84-7829-097-0

El *Staphylococcus aureus* es una especie que se caracteriza por pigmentos amarillos, como lo ilustra la imagen 2, y se encuentra presente en la flora normal del tracto respiratorio y de la piel humana; por lo general, este microorganismo suele estar relacionado frecuentemente con enfermedades humanas porque infectan la piel y las heridas como consecuencia de la transferencia de este microorganismo de la flora normal desde un individuo infectado asintomático a otro susceptible.

**Imagen 2. Micrografía del *Staphylococcus aureus***



Fuente. sciencephoto.com

#### 1.1.2 Generación de residuos sólidos en la industria aérea

Con el avance de la globalización se hace necesario movilizarse frecuentemente a grandes distancias; por lo que los vuelos nacionales e internacionales que ofrecen las distintas aerolíneas en el mundo, son cada vez más utilizados y generan a su paso diversidad de residuos sólidos.

La industria aérea en los últimos años ha generado cantidad considerable de residuos sólidos, tan solo los 30 aeropuertos más grandes de EE.UU. junto con las aerolíneas que allí se encuentran han producido suficientes residuos sólidos para igualar la cantidad generada por la ciudad de Miami o de Minneapolis<sup>4</sup>; se estima que hoy en día los pasajeros producen 1.3 libras de residuos sólidos por día<sup>5</sup>; además, una empresa consultora estadounidense, denominada Cielo Verde, en un análisis que realizó en EE.UU., demostró que para el 2013 se generarán 8.500 toneladas de aluminio y residuos de botellas de plástico al año por transportar 800

---

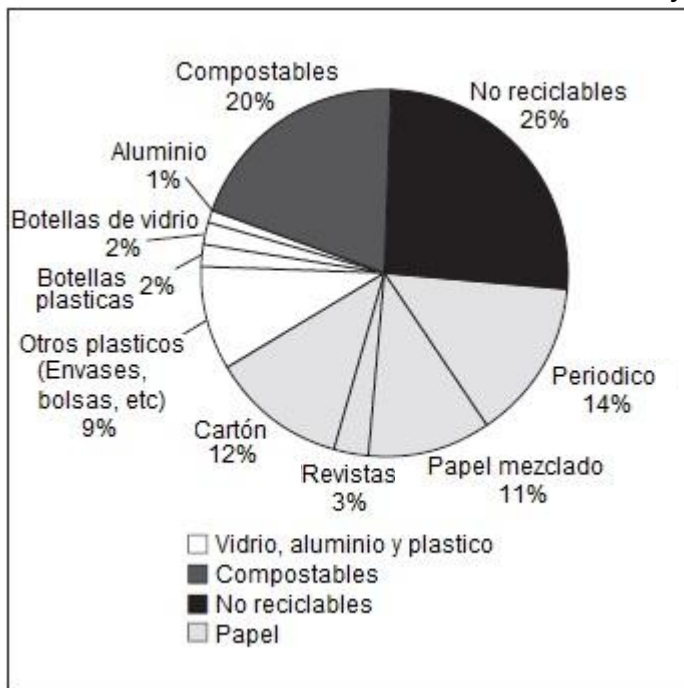
<sup>4</sup> FARLEY David. 8 de septiembre de 2009. Airlines and Recycling: The Not-So-Green Skies. EE.UU [Artículo en línea] Disponible desde internet en: <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=airlines-and-recycling>>

<sup>5</sup> 14 de diciembre 2006. Airline industry could save millions by recycling. EE.UU. [Artículo en línea] Disponible desde internet en :<[http://wasteage.com/news/NRDC\\_airline\\_recycling/](http://wasteage.com/news/NRDC_airline_recycling/)>

millones de pasajeros, y para el periodo comprendido entre el 2008-2013, las aerolíneas de EE.UU usaran más de 2,7 millones de latas de aluminio a bordo de sus vuelos además de 5.400 toneladas de botellas y vasos de plástico<sup>6</sup>.

En consideración a la producción de residuos sólidos generados por esta actividad, el Consejo de Defensa de los Recursos Naturales (NRDC, por su sigla en inglés), de EE.UU, publicó un informe en donde dio a conocer la composición de los residuos sólidos generados por la industria aérea, aspecto ilustrado en la gráfica 1, en la que se observa que los residuos de papel (compuesto por periódico, revistas, cartón y papel mezclado) son los materiales de mayor representatividad con un 40%, seguido de los no reciclables con un 26%, los compostables con un 20% y los menos abundantes, los plásticos con un 11% junto con el vidrio y el aluminio que sumados solo constituyen el 3% del total de residuos sólidos generados por la industria aérea.

**Grafica 1. Composición estimada de los residuos basada en datos de 5 mayores aeropuertos.**



Fuente. Trash Landings. How Airlines and Airports Can Clean Up Their Recycling Programs.

Este informe igualmente estima que la industria aeronáutica de los EE.UU ha descartado suficientes latas de aluminio por año para construir cerca de 58 aviones Boeing 747 (4.250 toneladas de aluminio) y suficiente papel para llenar una

<sup>6</sup> WIRE Business. 28 de febrero de 2008. Airlines Should Adopt In-Flight Recycling, Says Green Skies.EE.UU [Artículo en línea] Disponible desde internet en: [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m0EIN/is\\_2008\\_Feb\\_28/ai\\_n24356045/?tag=rel.res4](http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_2008_Feb_28/ai_n24356045/?tag=rel.res4)

excavación del tamaño de un campo de fútbol de 230 pies de profundidad (72.250 toneladas de papel)<sup>7</sup>.

En cuanto a los residuos de vuelos internacionales el informe dice:

*“Los residuos generados en los vuelos internacionales están regulados por el Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA). El Manual del USDA aclara, a los Estados, que las latas de aluminio, vidrio y envases de plástico pueden ser reciclados por las compañías aéreas, siempre y cuando no se haya mantenido leche u otros productos lácteos y se almacenen por separado de los residuos de alimentos. Los envases deben ser separados en el punto de recolección y ni la separación ni la clasificación se permite una vez que los materiales están fuera de la aeronave.*

*Sin embargo, la regulación del USDA se interpreta de manera diferente por diferentes compañías aéreas y los aeropuertos. La mayoría de los aeropuertos y funcionarios de las aerolíneas, respondiendo a las inquietudes de la NRDC, interpretan estas normas en el sentido de que todos los residuos generados en vuelos internacionales deben ser incinerados, a pesar que los reglamentos no lo establecen, de hecho indican que el aluminio de alto valor puede ser reciclado si se clasifica en vuelo”.*

Concomitante con lo anterior, diferentes aerolíneas han comenzado a implementar sistemas de gestión de residuos sólidos en sus vuelos; caso de la aerolínea Continental Airlines que para el año 2008, durante la ampliación de sus vuelos y con diferentes esfuerzos para reciclar residuos procedentes de las cocinas, recupero 420 toneladas de plástico y aluminio, y más de 1.180 toneladas de cartón y en el 2009 recupero 1.800 toneladas de material reciclable en las bases de Houston, Nueva York, Newark y centros de Cleveland. Además esta aerolínea fomenta el reciclaje de las empresas de catering asociadas a ella<sup>8</sup>.

En el caso de la aerolínea colombiana Avianca S.A la generación de residuos varía dependiendo de la época del año, como se evidencia en la gráfica 2 los meses de

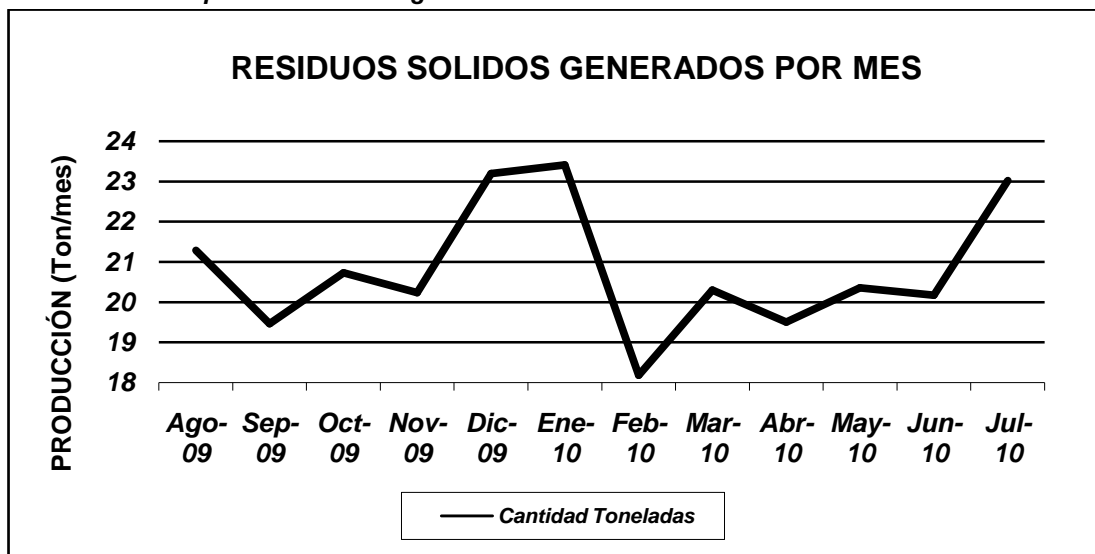
---

<sup>7</sup> FARLEY David. 8 de septiembre de 2009. Airlines and Recycling: The Not-So-Green Skies. EE.UU. [Artículo en línea] Disponible en internet en: <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=airlines-and-recycling>>

<sup>8</sup> 16 de noviembre de 2009. Continental Airlines claims major success with its expanded inflight and terminal recycling programme. EE.UU. [Artículo en línea] Disponible desde internet en: <<http://www.greenaironline.com/news.php?viewStory=662>>

mayor generación corresponden a diciembre, enero y julio considerados como temporadas altas.

**Grafica 2. Comportamiento de la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales.**



Fuente. Avianca S.A – Gate Gourmet Colombia Ltda.

Las producciones de residuos sólidos son incinerados por la aerolínea en cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1601 de 1984 del Ministerio de Salud, generando costos promedio mensual de \$ 46'379.006 colombianos para la aerolínea, aspectos que se registran en la tabla 2.

**Tabla 2. Costos mensuales por incineración de residuos sólidos de vuelos internacionales.**

Mes	Toneladas	Costo(\$)
ago-09	21,29	47.001.613
sep-09	19,46	42.973.642
oct-09	20,73	45.772.944
nov-09	20,23	44.678.659
dic-09	23,20	51.223.457
ene-10	23,41	53.331.731
feb-10	18,18	41.495.888
mar-10	20,30	46.313.852
abr-10	19,51	44.513.362
may-10	20,35	46.447.247
jun-10	20,17	46.023.410
jul-10	23,02	46.772.263
<b>\$ Pesos Colombianos</b>		

Fuente. Avianca S.A – Gate Gourmet Colombia Ltda.

### 1.1.3 Reciclaje de residuos sólidos

El reciclaje es un proceso dinámico por el cual los materiales descartados como residuos sólidos son incorporados como materia prima en la fabricación de nuevos artículos desarrollándose un mercado que solo se mantiene si existe, para los materiales recuperados una fuerte demanda y un valor económico que cubra los costos de energía y transporte.

En Colombia, el reciclaje se mantiene por diferentes actores que desarrollan las distintas etapas de este proceso, pero éste tiene ligeras variaciones dependiendo del tipo de material, por lo que es importante potencializar el material objeto de recuperación para conocer su mercado y así obtener un beneficio no solo ambiental sino económico; los anteriores elementos hacen parte integral de la tabla 3.

**Tabla 3. Aspectos del reciclaje por material recuperado.**

	Aspecto del reciclaje	Impacto en el mercado
Papel	Sustitución de pulpa de madera.	“El 51% de las fibras utilizadas en Colombia provienen de papel reciclado, el 33% de la pulpa de madera...” “Para el 2008 se recuperaron 675 200 ton/año de papel” <sup>9</sup>
Plástico	Demanda de resinas plásticas recuperadas	“De las 312 empresas más destacadas del sector de plásticos a nivel nacional, 39 desarrollan procesos de recuperación, reciclaje y comercialización de resinas plásticas”. Las empresas de reciclaje de plástico representan una participación total en las ventas del sector de plásticos cercana al 6% <sup>10</sup> .
Vidrio	Permite su reciclado indefinidamente.	Las botellas y jarras de vidrio pueden fabricarse hasta el 80% de restos recuperados de vidrio. <sup>11</sup> Los fabricantes están dispuestos a pagar precios un poco más altos por el vidrio triturado que por las materias primas. (Tchobanoglous/Theisen 1994)
Aluminio	Reciclaje como materia prima	Reducción de costos de producción por la no importación de materia prima virgen, ahorro de energía y abundancia de aluminio para reciclar.

Fuente. Autor.

<sup>9</sup> CORREDOR Martha. El Sector Reciclaje en Bogotá y su Región: Oportunidades para los Negocios Inclusivos. Colombia: Fundes, 2010.

<sup>10</sup> BECERRIL P. Maritza. ¿Cuánto cuesta reusar una hoja? México: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, 2007.

<sup>11</sup> SALAH M. El-Haggag. Sustainable industrial design and waste management. 1 ed. USA: Elsevier academic press. 2007. ISBN-13: 978-0-12-373623-9.

## 1.2 MARCO LEGAL

Como toda empresa, Avianca S.A. debe cumplir diferente reglamentación en materia ambiental y en los aspectos relacionados con residuos sólidos los siguientes ítems demarcan la legislación a cumplir para los residuos sólidos generados en los vuelos internacionales.

### 1.2.1 Panorama actual de la normatividad

Tanto a nivel internacional como nacional existe normatividad con relación a los residuos generados en puertos y aeropuertos de tránsito internacional, contenidos en la tabla 4, que regulan su gestión con el fin de mantener los territorios libres de riesgos inherentes a factores microbiológicos.

Cabe mencionar que a nivel nacional existe normatividad relacionada con el tema de este proyecto aun cuando fue expedida hace más de 27 años (DECRETO 1601 DE 1984) y hasta la fecha no se han promulgado actualizaciones o investigaciones que permitan conocer a fondo el tema.

### 1.2.2 Política ambiental de Avianca.

Internamente, la aerolínea también expidió una política ambiental que permite reforzar su responsabilidad ambiental, con los siguientes objetivos:

- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Reducir la generación de residuos peligrosos y convencionales.
- Implementar mecanismos de prevención de contaminación en sus actividades.
- Cumplir con la legislación ambiental aplicable dispuesta por las autoridades ambientales, de aviación civil, nacionales e internacionales y con otros compromisos de carácter ambiental.
- Mejorar continuamente su desempeño ambiental.
- Promover el compromiso ambiental de nuestros colaboradores, proveedores y contratistas.

**Tabla 4. Normatividad internacional y nacional sobre residuos sólidos en vuelos internacionales.**

	Acto Administrativo	Expedido por	Tema	Aplicación
INTERNACIONAL	<b>ACUERDO</b>	OMC (organización mundial de comercio)	Aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias	Artículo 5: Evaluación del riesgo y determinación del nivel de protección sanitaria o fitosanitaria.
	<b>REAL DECRETO 1381 de 2002</b>	Vicepresidente Primero del Gobierno y Ministro de la Presidencia	Gestión de los residuos de cocina procedentes de medios de transporte internacional	Reglamentar la gestión de los residuos de cocina procedentes los medios de transporte exterior.
	<b>DECRETO-LEY 2811 DE 1974</b>	Presidencia de la República de Colombia	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Artículo 38: “Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación que recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándolos los medios para cada caso.”
NACIONAL	<b>LEY 430 DE 1998</b>	Congreso de la República	Dicta las normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos.	-Minimizar la generación de residuos peligrosos.  -Prohibición de ingreso al país de sustancias y residuos peligrosos.
	<b>DECRETO 1601 DE 1984</b>	Ministerio de Salud	Sanidad portuaria y vigilancia epidemiológica en naves y vehículos terrestres	Artículo 38. No debe existir riesgo epidemiológico en los residuos sólidos de los puertos internacionales.
	<b>DECRETO 2676 DE 2000</b>	MAVDT ()	Reglamentación de la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares	Tratamiento que se debe realizar a los residuos de carácter infeccioso.
	<b>DECRETO 389 DE 1979</b>	Ministerio de agricultura	Normas sobre sanidad agropecuaria	El tráfico aéreo internacional representa un riesgo para la sanidad agropecuaria del país.
	<b>RESOLUCIÓN 2076 DE 1997</b>	AEROCIVIL (Aeronáutica civil de Colombia)	Adopción del manual de operaciones aeroportuarias	Control y seguimiento ambiental en materia de normas de residuos procedentes de vuelos nacionales e internacionales.

Fuente. Autor.

## **2. METODOLOGÍA**

El presente proyecto se ejecutó en cuatro fases, accediendo a diferentes medios de información de los distintos entes involucrados, desarrollando visitas diagnósticas para conocer las distintas etapas por las que pasan los residuos sólidos de los vuelos internacionales obteniendo así muestras para análisis microbiológicos y toxicológicos que permitieron determinar la característica de peligrosidad de los mismos. La tabla 5 describe con más detalle las fases y sus actividades.

### **2.1 FASE I: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

Se contactaron diferentes entes públicos y privados que están relacionados con la temática de los residuos de los vuelos internacionales, quienes dieron a conocer sus puntos de vista., además, se recibió de Avianca S.A. copia de los conceptos emitidos por los Ministerios del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de la Protección Social con relación a la temática desarrollada en este proyecto.

### **2.2 FASE II: DIAGNÓSTICO**

Se realizaron visitas a diferentes lugares relacionados con el tema de los residuos sólidos de vuelos internacionales en donde se documentó y tomaron registros fotográficos sobre generación, transporte, almacenamiento y disposición de esos residuos.

Además, se tomaron muestras de los residuos para análisis microbiológico y toxicológico que permitieron establecer la peligrosidad de estos residuos y se obtuvo información, por parte de Avianca S.A, para formular y calcular un indicador de generación de residuos sólidos de vuelos internacionales.

Por último se comparó y analizó toda la información obtenida con los procedimientos y demás documentos internacionales relacionados con el tema tratado en este proyecto.

### 2.3 FASE III: OPORTUNIDADES DE MEJORA

Se detectaron aspectos importantes que permitieron establecer oportunidades de mejoramiento sanitario y ambiental para la gestión de los residuos de vuelos internacional, que fuese integral y se pudiese valorar dichos residuos.

### 2.4 FASE IV: ELABORACIÓN DOCUMENTO

Por último se elaboró el documento técnico como tal que permite a la aerolínea gestionar de manera correcta y eficiente los residuos de sus vuelos internacionales además de reducir sus costos por la incineración de los mismos.

La tabla 5, consolida los aspectos y actividades descritas en los numerales anteriores.

**Tabla 5. Consolidado de la metodología aplicada al proyecto.**

No	Fase	Descripción		
I	<b>Recopilación de información</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Revisión de normatividad aplicable vigente.</li><li>✓ Consulta de información existente con relación a protocolos, manuales y demás documentos de manejo de residuos de vuelos internacionales a nivel nacional e internacional.</li><li>✓ Contacto con Aeronáutica Civil, Ministerio de la Protección Social, Ministerio del Medio Ambiente y la Secretaria Distrital de salud para adquirir las experiencias y comprender los diferentes puntos de vista de estas instituciones sobre el tema.</li></ul>		
	II	Diagnostico	Etap 1	Visitas diagnósticas
Etap 2			Análisis	Con la información recopilada se realizó análisis de las frecuencias de vuelos, número de pasajeros transportados, kilómetros recorridos para relacionarlos con los kilogramos incinerados de residuos sólidos generados de los vuelos internacionales.  Se realizaron 4 determinaciones analíticas que permitieron conocer la característica de peligrosidad (infecciosidad) de los residuos sólidos de los vuelos internacionales, de las cuales 3 corresponden a pruebas microbiológicas para vuelos de corto, medio y largo radio, (una prueba para cada uno) mediante la identificación del <i>Bacillus stearothermophilus</i> y el <i>Staphilococcus aureus</i> , además se realizó una prueba general de TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) para determinar la toxicidad de los mismos.
Etap 3			Comparación	Con la información obtenida, se analizó y comparo con procedimientos y demás documentos internacionales relacionados con el tema tratado en este proyecto.
III	Oportunidades de mejora	Finalizada la etapa 2 del diagnóstico, se resaltaron las oportunidades de mejora para contemplar diferentes alternativas ambientales que permitan una gestión integral de los residuos de vuelos internacionales.		
IV	Elaboración de documento	Realizadas las fases anteriores se elaboró documento que coadyuvará en la actualización del decreto 1601 de 1984 del Ministerio de Salud.		

Fuente: Autor

### 3. GENERALIDADES DE LA AEROLINEA AVIANCA S.A

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

La aerolínea Avianca S.A. cuenta con diferentes sedes en la ciudad de Bogotá, el Terminal Puente Aéreo (TPA) y el área de mantenimiento, ubicadas en la localidad de Engativá, limitando al costado occidental por el Aeropuerto internacional El Dorado; lugar de interés para este proyecto ya que es allí donde se encuentran las plataformas para los vuelos internacionales de la aerolínea, aspectos que se muestran en la imagen 3.

*Imagen 3. Localización aeropuerto internacional “Eldorado”*



Fuente. Google maps

#### 3.2 ANTECEDENTES EN LA GESTIÓN SANITARIO-AMBIENTAL

Avianca S.A. desde inicios de 1919 hasta la actualidad se ha considerado como una aerolínea líder en el país, a pesar de las crisis sufridas a lo largo de su existencia, y siempre con la visión de crecer y mantenerse como la mejor aerolínea del continente americano sin dejar de lado la su responsabilidad ambiental, ha llevado a

cabo diferentes proyectos y actividades ambientales, entre las que se resaltan en el año 2000 el “Plan de manejo sanitario ambiental para los residuos industriales y vertimientos del terminal puente aéreo Avianca (TPA)” con caracterización de los residuos generados por las diferentes actividades del puente aéreo y definición de acciones y actividades que permitieron formular el plan de manejo de residuos sólidos.

Otro estudio estuvo relacionado con la “Elaboración del diagnóstico ambiental y manual de procedimientos para la gestión de residuos peligrosos en las instalaciones del puente aéreo de Avianca” realizado en 2007 consistente en el diagnóstico ambiental fundamentado en la Guía Técnica Colombiana GTC 93, determinando medidas de gestión ambiental.

El proyecto más reciente del año 2010 y relacionado con el tema de residuos sólidos consistió en la “Optimización de la gestión de residuos sólidos realizada por la comunidad de recicladores “Los Ramírez” logrando maximizar la producción de material aprovechable generado por la aerolínea Avianca S.A”.

Actualmente, la aerolínea cuenta con un departamento integral que abarca la temática ambiental en la empresa desarrollando ideas e iniciativas que contribuyen al mejoramiento de los recursos del entorno y del medio ambiente.

Es así como el Auxiliar de vuelo Lucas Ivorra, diseñador industrial, realiza su proyecto de posgrado en la Maestría de gestión ambiental abordando la temática de los residuos sólidos orgánicos de vuelos internacionales de Avianca S.A., como elemento complementario al presente estudio.

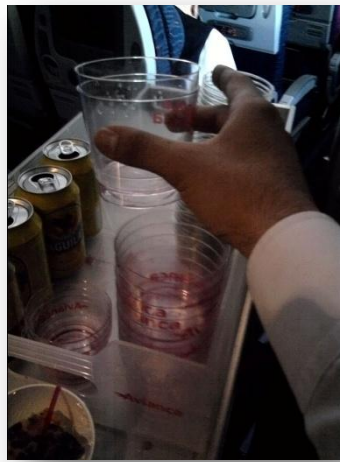
Avianca S.A. en los últimos años ha optado por una postura crítica con relación a los residuos que generan sus vuelos internacionales por lo que ha tomado medidas para minimizarlos con diferentes procedimientos concertados con las autoridades que realizan seguimiento y verificación a las actuaciones sanitario-ambientales.

## **4. GESTIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LOS VUELOS INTERNACIONALES**

### **4.1 GENERACIÓN**

Los residuos de vuelos internacionales se generan cuando el pasajero desecha los elementos que fueron útiles durante el vuelo en los trolley de comida que son manejados por los auxiliares de vuelo y que posteriormente son ubicados en el galley; la imagen 4 ilustra esta situación.

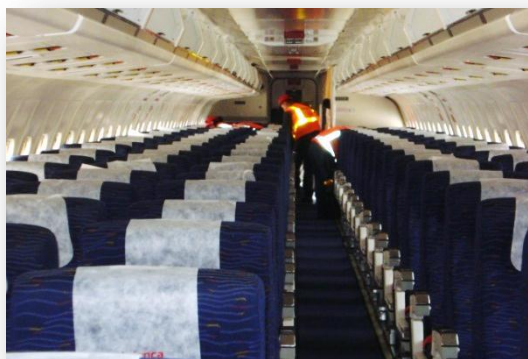
***Imagen 4. Generación de residuos sólidos***



Fuente. Diseñador industrial Lucas Ivorra

Cuando la aeronave aterriza en el aeropuerto internacional “El Dorado” de la ciudad de Bogotá, se ubica en la plataforma correspondiente a la aerolínea Avianca S.A y las cuadrillas de aseo junto con el servicio de catering contratado por la aerolínea (Gate Gourmet Colombia Ltda.), retiran de las aeronaves estos residuos cuando los pasajeros se han retirado del avión, tal como se observa en la imagen 5.

***Imagen 5. Limpieza de aeronave***



Fuente. Autor

Parte de este diagnóstico, en especial del proceso de generación, comprende conocer la generación y composición de los residuos sólidos de vuelos internacionales, para ello se realizó una caracterización siguiendo el procedimiento establecido por Héctor Collazos, (Anexo A) y se formuló y aplicó un indicador que relaciona la generación de los residuos sólidos de vuelos internacionales con otros parámetros que permiten conocer las tendencias del proceso de generación.

#### 4.1.1 Composición física de los residuos.

La caracterización se realizó el día jueves 24 de febrero de 2011 en las instalaciones de Gate Gourmet Colombia Ltda., aplicando normas de bioseguridad considerando el posible potencial de infecciosidad establecido por las autoridades de salud.

Del total de 643 Kg del promedio producido por día se tomó aleatoriamente una muestra representativa de 64.3 Kg, ver imagen 6, encontrando diferentes materiales consolidados en la tabla 6 y gráfica 3.

***Imagen 6. Muestra representativa para caracterización***



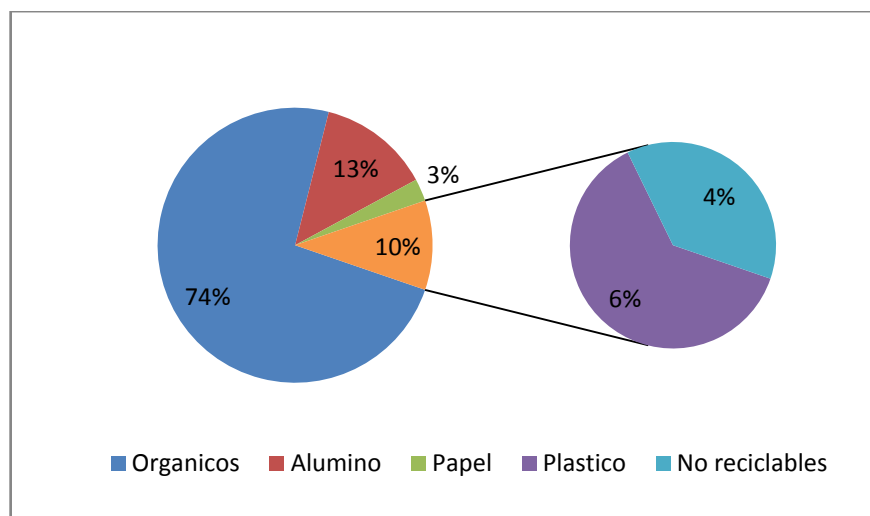
Fuente. Autor

***Tabla 6. Composición en peso de los residuos sólidos de vuelos internacionales***

<b>Material</b>	<b>Peso (Kg)</b>
<b>Orgánicos</b>	47,4
<b>Aluminio</b>	8,5
<b>Papel</b>	1,7
<b>Plástico</b>	4,2
<b>No reciclables</b>	2,5
<b>Total</b>	64,3

Fuente. Autor

**Grafica 3. Composición porcentual de los materiales encontrados en los residuos sólidos de vuelos internacionales.**



Fuente. Autor

De lo ilustrado en la gráfica 3, se hace evidente que el mayor porcentaje de los residuos de vuelos internacionales está constituido por residuos orgánicos, situación complementada con la composición física de la tabla 6 sobre la que se hacen las siguientes observaciones:

- El plástico encontrado en la composición física corresponde a Polipropileno (PP), comúnmente utilizado para la protección y presentación de diferentes elementos y Poliestireno (PS) empleado en la elaboración de cubiertos desechables.
- El papel corresponde solo a servilletas y papel de envoltura para alimentos y productos orgánicos, encontrados en condiciones para reciclaje.
- El aluminio procede de las cacerolas que contienen los diferentes alimentos calientes suministrados a los pasajeros y la tripulación durante el vuelo.

#### 4.1.2 Indicador.

Un indicador es un instrumento a partir del cual se registra, procesa y presenta la información necesaria para medir, seguir y evaluar el avance o retroceso en el logro de un determinado objetivo, ya sea de forma cuantitativa o cualitativa.

Por lo anterior se aplicó este instrumento para determinar la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales y los costos que acarrea su incineración; utilizando el registro en kilogramos de esos residuos y las sillas disponibles para los vuelos internacionales; no se consideraron las millas o kilómetros recorridos por cuanto el servicio que se presta para los vuelos de

corto, medio y largo radio son sustancialmente iguales, por lo que este parámetro no influye en la generación de los residuos de vuelos internacionales.

Por consiguiente, con este instrumento es posible, además de cuantificar la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales, evaluar la efectividad de los procedimientos consignados en el documento técnico y a su vez establecer el ahorro económico si dichos residuos son recuperados, reciclados, aprovechados y/o son sometidos a procesos diferentes a la incineración.

El indicador formulado es:

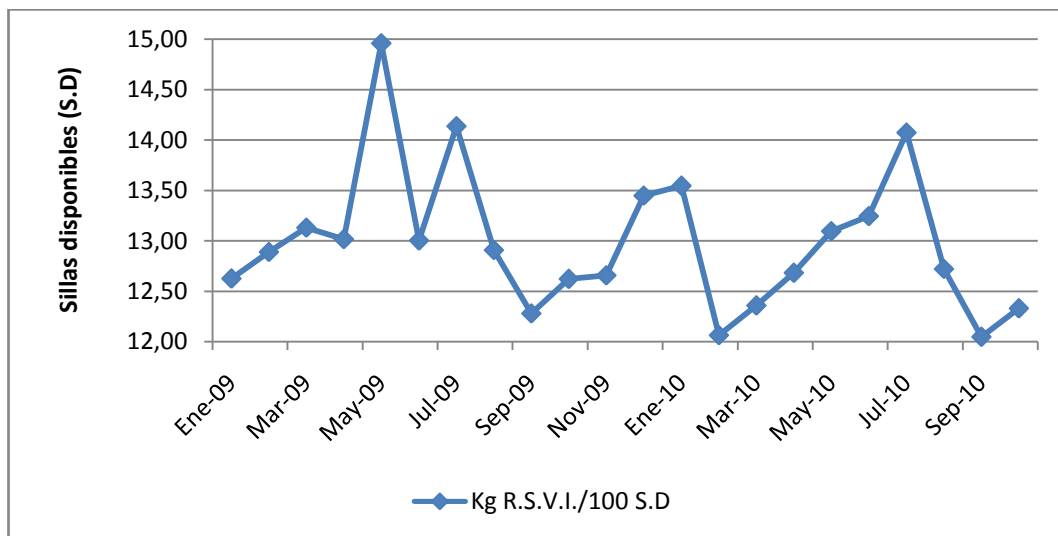
$$IG_{RSVI} = \frac{Kg_{RSVI}}{100S.D.}$$

Dónde:

- $IG_{RSVI}$  = Indicador mensual de la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales.
- $Kg_{RSVI}$  = Kilogramos de residuos sólidos de vuelos internacionales generados por mes.
- $S.D$  = Numero de sillas disponibles por mes.
- 100 = Factor de ampliación numérica.

Los resultados de la aplicación del indicador se observan en la gráfica4, en donde se aprecia una tendencia que corresponde a temporadas altas, de mitad y fin de año, teniendo en cuenta que es para estas fechas, cuando más servicios se ofrecen por la demanda de pasajeros internacionales.

**Grafica 4. Aplicación del indicador  $IG_{RSVI}$ .**



Fuente. Autor

Por lo tanto, la gráfica anterior nos da la línea base o punto de partida para establecer metas mensuales de máxima generación de residuos sólidos de vuelos internacionales (que no superen las establecidas en la gráfica 4) una vez se aplique los procedimientos propuestos en el documento técnico mencionado en el numeral 7.

Complementando lo anterior con los costos de incineración contenidos en el numeral 1.1.2 se obtiene que en promedio para el año 2009 por cada 100 S.D. se invirtieron \$ 29.011,00 colombianos para la incineración de estos residuos y para el 2010 se gastaron en promedio \$29.244,00 colombianos; capital que, de no ser invertido en la incineración, permitiría la inversión en propuestas ambientales aplicables a la empresa.

## 4.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Esta etapa, se presenta en dos fases para el mismo residuo debido a que el aeropuerto, al no contar con incineradores propios, permite retirar y transportar los residuos a las diferentes empresas de catering para que estas realicen la gestión de estos residuos; por ello llamaremos a la primera transporte (Aeropuerto – Empresa de catering) “interno” y segunda transporte (Empresa catering – planta incineradora) “externo”

### 4.2.1 Transporte “interno”

Retirados del avión los residuos sólidos se transportan a las instalaciones de Gate Gourmet Colombia Ltda., en donde son retirados de los trolleys de comida (desplatado), y almacenados en bolsas plásticas de color rojo con el símbolo de residuos de carácter infeccioso, para su movilización al área de almacenamiento de residuos de vuelos internacionales, ver imágenes 7 y 8.

**Imagen 7. Área de desplatado**



Fuente. Autor

**Imagen 8. Bolsa para residuos de vuelos internacionales**



Fuente. Autor

#### 4.2.2 Almacenamiento

Una vez se completa el desplatado, las bolsas con residuos se almacenan durante un periodo máximo de 24 horas en el área que Gate Gourmet Colombia Ltda., destino para este tipo de residuos, según se observa en la imagen 9.

***Imagen 9. Lugar de almacenamiento de residuos sólidos provenientes de vuelos internacionales***



Fuente. Autor

#### 4.2.3 Transporte “Externo”

Cumplido el tiempo de almacenamiento, los residuos son recogidos por la empresa INTERASEO, quien los pesa y transporta, junto con los residuos de vuelos internacionales de otras aerolíneas, hasta la unidad de incineración operada por la misma empresa en un vehículo con las mismas características al de la imagen 10.

***Imagen 10. Vehículo de INTERASEO S.A. E.S.P para transporte de residuos peligrosos.***



Fuente. [www.interaseo.com.co](http://www.interaseo.com.co)

INTERASEO S.A. E.S.P. cuenta con vehículos acondicionados para dicha labor pues al estar certificada en ISO NTC 9001 e ISO 14001 garantizan la movilización de residuos peligrosos según el decreto 1609 de 2002 expedido por el Ministerio de Transporte.

#### 4.3 DISPOSICIÓN FINAL

INTERASEOS.A. E.S.P. somete los residuos a termodestrucción en un horno incinerador de la misma empresa, con capacidad de operación de 480Kg/h, ubicado en la vereda Balsillas del municipio de Mosquera, jurisdicción rural en la que el componente atmosférico es el más impactado con una concentración de partículas promedio anual del 75% de la resolución 0610 de 2010.

Por otra parte, las cenizas y escorias resultantes de la incineración de los residuos sólidos de vuelos internacionales se depositan en celdas de seguridad, como la mostrada en la imagen 11, de propiedad de RELLENOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.; ubicadas en el Km 3 vía la Mesa, vereda de Balsillas, municipio de Mosquera Cundinamarca .

***Imagen 11.Celda de seguridad RELLENOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.***



Fuente.[www.rellenosdecolombia.com.co](http://www.rellenosdecolombia.com.co)

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS




### 5.1 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Para el cumplimiento del objetivo principal del proyecto y para determinar la característica CRETIP de los residuos sólidos de vuelos internacionales se realizaron dos tipos de análisis de laboratorio los que hacen parte integral del presente capítulo con los resultados obtenidos.

#### 5.1.1 Análisis de carácter microbiológico

Con esta prueba, de carácter cualitativo, se determinó la presencia/ausencia de los microorganismos *Bacillus stearothermophilus* y el *Staphylococcus aureus*, (por las razones comentadas en el numeral 1.1.1 y siguiendo las normas y protocolos para su análisis) tomando tres muestras para vuelos de corto, medio y largo radio, (una prueba para cada uno) en las instalaciones de Gate Gourmet Colombia Ltda. Los detalles de la recolección de la muestra se insertan en la tabla 7.

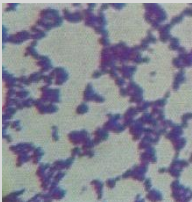
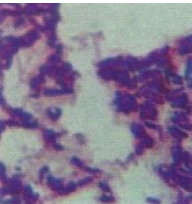
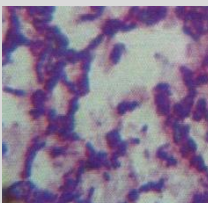
**Tabla 7. Datos relacionados con las muestras tomadas.**

Radio de vuelo	Ciudad de precedencia	Código vuelo	Imagen
Largo	Santiago de Chile	AV 098	
Medio	Ciudad de México	AV 045	
Corto	Panamá	AV 058	

Fuente. Autor

Las muestra tomadas se llevaron para análisis microbiológico a la empresa Ivonne Bernier laboratorio Ltda., quienes reportaron los resultados que se muestran en la tabla 8

**Tabla 8. Resultados de análisis microbiológico realizados por Ivonne Bernier laboratorio Ltda.**

Muestra	Parámetro identificación	Anexo fotográfico	Resultado	Observaciones
AV 098	<i>Staphylococcus aureus</i>		Ausente	Se aisló e identifico <i>Staphylococcus equorum</i>
	<i>Bacillus stearothermophilus</i>		Ausente	
AV 045	<i>Staphylococcus aureus</i>		Ausente	Se identificó <i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Bacillus stearothermophilus</i>		Ausente	
AV 058	<i>Staphylococcus aureus</i>		Presente	Se identificó <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva
	<i>Bacillus stearothermophilus</i>		Ausente	Se identificó <i>Bacillus subtilis</i>

Fuente. Autor

Los resultados obtenidos por las pruebas microbiológicas indican la presencia de solo el microorganismo *Staphylococcus aureus* en la muestra recolectada de un vuelo de corto radio, y aunque no es objeto de estudio en este proyecto, el laboratorio determinó la presencia del microorganismo *Bacillus subtilis* en los vuelos de corto y medio radio.

Al detectarse, en este estudio cualitativo, la presencia del microorganismo *Staphylococcus aureus* en solo una muestra del total muestreado indica que estos residuos, que tuvieron en contacto con pasajeros de vuelos internacionales, no representan riesgo alguno para la salud humana ni para el medio ambiente por cuanto el *Staphylococcus aureus* solo afecta la salud humana cuando es ingerido en algún alimento y no cuando se somete a tratamiento para aprovechamiento de residuos.

Por otra parte, el microorganismo *Bacillus subtilis* es una bacteria Gram-positiva, formadora de esporas, que se desarrolla aeróbicamente en condiciones moderadas de temperatura y pH y se encuentra comúnmente en el ambiente, además, este microorganismo secreta enzimas hidrolíticas de interés industrial

por lo que es ampliamente utilizado en procesos de fermentación<sup>12</sup> y por lo tanto no es considerado como un microorganismo patógeno o que represente riesgo alguno para la salud humana o para el ambiente.

Por lo anterior, los residuos sólidos de vuelos internacionales presentan características microbiológicas de residuos sólidos convencionales u ordinarios, teniendo en cuenta que estos microorganismos no poseen características de agentes infecciosos, que se mencionan en la tabla 9; por lo tanto la definición colombiana para residuos de carácter infeccioso (contenida en el numeral 1.1.1) no aplica para estos residuos y se pueden someter a tratamientos diferentes a la incineración.

**Tabla 9. Características para un agente infeccioso.**

Patogenicidad
Virulencia
Especificidad
Toxigenicidad
Invasividad
Dosis infectante
Inmunogenicidad

Fuente. Silva A. Lina, Soria G. Manuela. Caracterización epidemiológica retrospectiva de resistencia bacteriana en infección intrahospitalaria. 2003

#### 5.1.2Análisis de carácter toxicológico (TCLP – COV)

Mediante esta prueba se determinó si los residuos sólidos de vuelos internacionales presentan riesgo toxicológico para el medio ambiente debido a que, por conceptos emitidos por el Ministerio de la Protección Social (Anexo B), estos podrían catalogarse como residuos peligrosos; para ello se realizó análisis mediante el procedimiento de características de toxicidad por lixiviación (TCLP por su sigla en inglés) para detectar compuestos orgánicos volátiles (COV).

EL TCLP es un método más preciso y sencillo que otros de lixiviación, que permite identificar si el residuo es peligroso, y trata de reproducir las condiciones en las que se encontraría si se dispusiera en un relleno sanitario para detectar un contaminante (metal o concentración orgánica del compuesto) en el lixiviado.<sup>13</sup>

<sup>12</sup>Morris Quevedo, Humberto J. Sanz Pardo, Annette Almarales Arceo, Ángel. Utilización de un hidrolizado enzimático de *chlorellavulgaris* en la formulación de medios de cultivo de *Bacillus subtilis*. Tecnología Química. Cuba editorial Universitaria, 1999.

<sup>13</sup> ANGULO A. Liseth. ROMERO R. Mónica. Análisis de alternativas para el manejo de lámparas fluorescentes de tubo desechadas - área metropolitana del valle de aburra –.Universidad de la Salle. Colombia.2006

Para este análisis se tomaron aproximadamente 300g de residuos sólidos, los que fueron triturados hasta que comprendiesen un tamaño de partícula inferior a un centímetro de diámetro y posteriormente fueron rotulados y entregados al laboratorio de ingeniería civil y ambiental de la universidad de los Andes para su respectivo análisis, los resultado se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10. Resultados de análisis toxicológico realizado por laboratorio de ingeniería civil y ambiental de la universidad de los Andes.**

Parámetro	Resultado (µg/L)	Concentración máxima (µg/L)*
Cloruro de vinilo	<0,5	200
1,1 dicloroetileno	<0,5	700
Metiletilcetona	<0,5	200.000
Cloroformo	1,61	6.000
Tetracloruro de carbono	<0,5	-
Benceno	1,79	500
1,2 dicloroetano	30,2	500
Tricloroetileno	<0,5	500
Tetracloroetileno	<0,5	700
Clorobenceno	<0,5	100.000
1,4 diclorobenceno	<0,5	7.500

\*Decreto 4741 de 2005. MAVDT – Anexo III

Fuente. Autor

Por los resultados obtenidos, los residuos analizados presentan concentraciones muy bajas de COV, ya que la expresión <0.5, mostrada en la tabla anterior, indica que las sustancias analizadas se encuentran por debajo del rango de medición del equipo utilizado en el laboratorio y solo los elementos cloroformo, benceno y 1,2 dicloroetano se encuentran en una concentración detectable, pero esta, no supera los niveles máximos permisibles en un lixiviado.

De acuerdo a lo expuesto, los residuos sólidos de vuelos internacionales de la aerolínea Avianca S.A. según la normatividad ambiental vigente (Decreto 4741 de 2005 expedida por el ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial) no son tóxicos, por cuanto las concentraciones de los diferentes compuestos orgánicos volátiles determinados en esta prueba son exiguas con las estipuladas en la normatividad.

## 5.2 CORRELACIÓN DE RESULTADOS CON EL DECRETO 1601 DE 1984

Delos resultados obtenidos de los distintos laboratorios y el diagnóstico realizado en el capítulo 4 se realizó análisis del decreto 1601 de 1984 para establecer la aplicabilidad del mismo a las condiciones actuales de funcionamiento de la aerolínea Avianca S.A. en cuanto a la gestión de los residuos sólidos de vuelos internacionales.

En el aeropuerto internacional “Eldorado”, la aerolínea realiza diferentes procedimientos que facilitan las operaciones relacionadas con los vuelos internacionales aunque éstas no están de conformidad con el decreto 1601 de 1984, como se expresa en la tabla 11, pero son aprobadas por las autoridades competentes.

Por lo mencionado en la tabla 11 “Aspectos del decreto 1601 de 1984 y su aplicabilidad.” y en numeral 5.1 “Análisis de Laboratorio” es de notar que el decreto 1601 de 1984 expedido por el Ministerio de Salud necesita ser actualizado en relación con la temática de los residuos de vuelos internacionales, permitiendo que los mismos sean aprovechados y beneficien al medio ambiente además de permitir procedimientos prácticos que faciliten las operaciones relacionadas con los vuelos internacionales.

Para complementar lo anterior, la actualización del decreto debe centrar los esfuerzos de los distintos actores involucrados, en la vigilancia epidemiológica y control sanitario, en el tránsito internacional de las personas, más que en los residuos que se generan de esta actividad.

**Tabla 11. Aspectos del decreto 1601 de 1984 y su aplicabilidad.**

<b>Art.</b>	<b>Texto art.</b>	<b>Aplicabilidad</b>
<b>29</b>	<p>DE LOS REQUISITOS DE LOS TERMINALES PORTUARIOS CATEGORÍA I.</p> <p>Para que un terminal portuario sea clasificado en la categoría I, deberá reunir como mínimo los siguientes requisitos:</p> <p>8. Autoclaves, esterilización u otros equipos y métodos que garanticen inocuidad microbiológica de desechos sólidos, (alimentos, basuras u otros), que se desembarquen de vehículos procedentes de lugares en donde existan enfermedades exóticas para Colombia o que sean causal de cuarentena.</p>	<p>El aeropuerto internacional “El Dorado” de Bogotá no cuenta con los equipos que se mencionan en el presente artículo, por cuanto el incinerador disponible en el aeropuerto no posee licencia ambiental para su funcionamiento.</p> <p>Las autoridades permiten la salida del aeropuerto de estos residuos para su incineración.</p>
<b>35</b>	<p>DEL TRANSPORTE DE ALIMENTOS PARA CONSUMO A BORDO.</p> <p>El transporte de alimentos preparados para consumo a bordo se hará en vehículos destinados exclusivamente para tal fin...</p>	<p>La empresa de catering contratada por la aerolínea transporta en los vehículos mencionados por el decreto los trolley que contiene los residuos sólidos de vuelos internacionales para la mayor facilidad en las operaciones y evitar retrasos de vuelos.</p>
<b>38</b>	<p>DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE ALIMENTOS.</p> <p>Los residuos de alimentos recogidos en los vehículos se deberán someter a cualquiera de las siguientes acciones:</p> <p>A. Destrucción B. Esterilización C. Disposiciones de acuerdo a la procedencia y puertos de escala de las mismas, según concepto de las autoridades sanitarias en cada caso, teniendo en cuenta que en ningún momento podrán retirarse del área del terminal sin previo tratamiento que garantice, que no constituya riesgo epidemiológico operará la sanidad del país.</p>	<p>Los residuos sólidos de vuelos internacionales no representan un riesgo epidemiológico para el país, teniendo en cuenta que no presentan características de residuos infecciosos y/o tóxicos y pueden manejarse como residuos convencionales/ordinarios.</p>

Fuente. Autor

## 6. PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE VUELOS INTERNACIONALES

### 6.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA

Del análisis a los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, se encontraron aspectos que pueden optimizarse, mejorando la gestión actual de los residuos y con ello aprovechar diferentes materiales que se convierten en residuos una vez son retirados de la aeronave; dichos aspectos se integran y consolidan en la tabla 12, donde se establece que es posible utilizar entre otras, técnicas de (reuso, reciclaje, biodigestión y compostaje), diferentes a la incineración, que permiten aprovechar los residuos sólidos de vuelos internacionales de manera tal que Avianca cumpla sus objetivos ambientales, contenidos en la política ambiental de la aerolínea.

**Tabla 12. Oportunidades de mejora aplicables a la gestión actual de los residuos sólidos de vuelos internacionales.**

Situación actual	Alternativa	Estrategia	Técnica	Implicación Económica	Ambiental
No se clasifican los residuos sólidos de los vuelos internacionales	Realizar clasificación inicial de residuos sólidos de vuelos internacionales en residuos orgánicos e inorgánicos	Segregación en la fuente	Coordinación de la logística realizada por los auxiliares de vuelo para la clasificación abordó.	Incremento mínimo en los costos de limpieza por bolsa extra para la segregación de los residuos.	Aumento de la cantidad y calidad de materiales a recuperar. Disminución de impactos ambientales.
Los auxiliares de vuelo no saben cómo clasificar los residuos sólidos de vuelos internacionales	Concientización de los auxiliares de vuelo para la segregación de los residuos generados durante el servicio en vuelo.	Capacitación	Aumento de las diferentes estrategias utilizadas por la aerolínea para la capacitación de los auxiliares de vuelo.	Incremento del rubro destinado a capacitación de auxiliares de vuelo.	Cumplimiento de indicadores ambientales.
Uso incontrolado de recursos para el servicio a bordo.	Uso racional de los recursos suministrados para el servicio a bordo.	Producción más limpia	Preparación logística detallada de los recursos asignados al servicio de pasajeros durante el vuelo.	Disminución de costos por uso eficiente de recursos suministrados para el servicio a bordo por pasajero.	Cumplimiento de indicadores ambientales Disminución en impactos ambientales por pasajero transportado.

Situación actual	Alternativa	Estrategia	Técnica	Implicación Económica	Ambiental
No existen en el área de almacenamiento de residuos elementos para atender emergencias relacionadas con los residuos.	Dotación de equipos de emergencia para el área de almacenamiento de residuos.	Prevención	Dotación, Ubicación e instalación de elementos para atender situaciones de emergencia.	Costos por compra y mantenimiento de equipos de emergencia.	Disminución de impactos ambientales. Atención rápida ante emergencias que afecten el ambiente.
Inexistencia de control en almacenamiento de residuos sólidos.	Control área de almacenamiento de residuos.	Control	Diseño de formatos para control y seguimiento de área de almacenamiento de residuos sólidos	Aumento mínimo en costos por papelería.	Reducción de impactos ambientales relacionados con almacenamiento de residuos sólidos.
Incineración de residuos por gestores externos	Reciclaje de residuos sólidos de vuelos internacionales.	Prevención	Creación de procedimiento para aplicar técnicas de producción más limpia.	Reducción de costos por menos utilización de materias primas.	Prevención de impactos ambientales negativos.

Fuente: Autor

## 6.2 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE VUELOS INTERNACIONALES

Para la gestión y valorización de los residuos sólidos reciclables generados en vuelos internacionales se elaboró documento de carácter técnico con Fichas Temáticas que establecen procedimientos de producción más limpia y técnicas de aprovechamiento de residuos sólidos que permitirán disminuir la generación de los residuos sólidos.



### 6.2.1 Gestión de residuos sólidos de vuelos internacionales en la aeronave

La tabla 13, Ficha Técnica 1, contempla medidas de producción más limpia que permiten disminuir la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales, clasificar de manera preliminar dichos residuos, en orgánicos e inorgánicos y evitar que la calidad de los materiales objeto de aprovechamiento no disminuya.

### 6.2.2 Gestión de los residuos sólidos de vuelos internacionales en tierra



En la tabla 14 se aprecia la Ficha Técnica 2, que contiene medidas para el control de residuos sólidos de vuelos internacionales cuando son retirados de la aeronave; estas medidas contemplan la correcta clasificación, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos.

**Tabla 13. Ficha técnica para el manejo de residuos sólidos de vuelos internacionales en la aeronave.**

	<b>FICHA TÉCNICA 1</b>	
	<b>Manejo de residuos sólidos de vuelos Internacionales en la aeronave.</b>	
<b>Fases</b>	<b>Actividades / procedimientos a desarrollar</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Verificación</b>	El auxiliar de vuelo a cargo inspeccionará si en el galley hay dotación de bolsas plásticas para la clasificación de los residuos sólidos (verde para biodegradables orgánicos y blanca para no biodegradables o inorgánicos)	1 vez por vuelo
<b>Pre servicio</b>	Antes de iniciar el servicio a bordo en la aeronave abrir los insumos necesarios según el número de pasajeros presentes en el avión.  Los insumos no abiertos permanecerán en el galley para evitar contacto con el medio ambiente de la aeronave y ser utilizados en otro vuelo.	
<b>Servicio</b>	1. Cuando se dé el servicio a bordo, solo sacar al pasillo los elementos a consumir por los pasajeros.  2. Preguntar al pasajero si desea o no consumir los alimentos dados en el vuelo.	
<b>Información</b>	Se da el siguiente anuncio antes de recoger:  “Con el fin de reciclar los residuos generados en este vuelo y mantener la cabina lo más limpia posible, pasaremos recogiendo los elementos del servicio. Depositaremos en la bolsa verde insumos de carácter orgánico o biodegradable y en la bolsa blanca los elementos no orgánicos o no biodegradables. Gracias”.	
<b>Recolección</b>	Los Auxiliares de vuelo recogerán los residuos sólidos, uno con el trolley de residuos con la bolsa de color verde y los demás con las bolsas blancas, realizando así una clasificación inicial.	Tantas veces como sea necesario hasta recoger todos los residuos.
<b>Almacenamiento</b>	Los Auxiliares de vuelo anudaran o cerraran las bolsas para evitar disgregación y se dispondrán en el lugar del galley destinado para tal fin.	

Fuente. Autor

**Tabla 14. Ficha técnica para el manejo de los residuos sólidos de vuelos internacionales en tierra.**

	<b>FICHA TÉCNICA 2</b>	
	<b>Manejo de residuos sólidos de vuelos internacionales en tierra.</b>	
<b>Fases</b>	<b>Actividades / procedimientos a desarrollar</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Selección</b>	<p>Cuando las bolsas se bajan del avión deben transportarse hasta el área de almacenamiento de residuos de Avianca S.A. para realizar la clasificación total de los materiales a recuperar.</p> <p>En el evento de encontrar residuos en los trolleys, deben ser clasificados por el personal de la empresa de catering.</p>	1 vez por vuelo
<b>Almacenamiento</b>	Los residuos clasificados deben almacenarse por separado en lugar establecido dentro del área de almacenamiento de residuos sólidos.	Mínimo una vez al día
<b>Inspección</b>	Registrar producción por componente formato correspondiente	1 vez cada 15 días
<b>Seguimiento</b>	Supervisar las diferentes medidas tomadas para dar solución al incumplimiento detectado.	1 vez por semana
<b>Cierre</b>	Registrar de manera escrita y fotográfica la solución definitiva dada al incumplimiento detectado.	1 vez por cierre
<b>Entrega</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los residuos para aprovechar/reciclar se entregaran embalados de tal forma que facilite su cargue y transporte.</li> <li>2. Registrar el peso en formato de entrega.</li> <li>3. Entregar copia del formato al responsable de la recolección del material objeto de aprovechamiento o reciclaje.</li> </ol>	1 vez por entrega
<b>Supervisión</b>	Detallar o inspeccionar el vehículo recolector del material a aprovechar/reciclar para detectar posibles incumplimientos de la normatividad interna y externa, registrándolas por escrito.	

Fuente. Autor

### 6.3 CONCIENTIZACIÓN Y CAPACITACIÓN

Para apoyar los procedimientos establecidos en las fichas temáticas es preciso contar con el apoyo de todas las personas involucradas en la gestión de los residuos sólidos de vuelos internacionales, en especial los Auxiliares de vuelo, pieza inicial y fundamental en la gestión de estos residuos, dándoles una justificación real que permita motivarlos e involucrados a realizar su función respectiva dentro de la gestión de estos residuos sólidos.

Teniendo en cuenta lo anterior, Avianca cuenta con la siguiente serie de herramientas, instructivos, guías y cartillas que permiten capacitar y concientizar al personal de la aerolínea:

- *Avancemos*, plataforma corporativa de la aerolínea; en la que es posible introducir un capítulo sobre medio ambiente, clasificación y reciclaje de residuos sólidos.
- Boletín Operacional, o de Servicios a Bordo, o Circular Informativa.
- Escuelas de Repaso de Operaciones y Escuelas de Servicio.(para auxiliares de vuelo)
- Briefs (charlas o reuniones de máximo 10 minutos) previas a los vuelos
- Aterrizando Ideas, panfletosemanal.
- Correos (emails).
- Revistas de circulación interna (Aliados) y externa (Revista Avianca).
- Guía Angelnaútica “Vamos a Reciclar Juntos”
- Guía “Manejo Ambiental de residuos sólidos en aeropuertos”
- “Manual de Residuos en aeropuertos”
- Cartilla “Residuos sólidos y peligrosos en aeropuertos”

Adicional a lo anterior, la aerolínea permite realizar actividades complementarias de capacitación que pueden ser realizadas por terceros siempre y cuando se cumpla la reglamentación interna de la aerolínea.

### 6.4 INDICADORES PARA ALCANCE DE LA PROPUESTA TÉCNICA

Para medir los alcances de propuesta se formularon indicadores que medirán resultados sobre generación, porcentajes de aprovechamiento y residuos sólidos de vuelos internacionales aprovechados por silla disponible.

El indicador mostrado en la tabla 15, permitirá establecer, la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales por cada 100 sillas disponibles.

Con el indicador, contenido en la tabla 16, se evalúa el porcentaje de residuos sólidos aprovechados a través de diferentes alternativas (recuperación, reciclaje, reutilización, entre otros) procedentes de los vuelos internacionales.

**Tabla 15. Indicador de generación de residuos sólidos de vuelos internacionales por cada 100 sillas disponibles.**

INDICADOR DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN VUELOS INTERNACIONALES	
Unidades	Variables
$IG_{RSVI}$	Indicador mensual de la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales por silla disponible.
$Kg_{RSVI}$	Kilogramos de residuos sólidos de vuelos internacionales generados por mes.
$S.D$	Numero de sillas disponibles por mes.
100	Factor de ampliación numérica.
Formula	
$IG_{RSVI} = \frac{Kg_{RSVI}}{100S.D.}$	
Responsable	Coordinador ambiental
Frecuencia de calculo	Mensual
Fuente de información	Gate Gourmet Colombia Ltda.
	Pas control – Avianca S.A.
Objetivo por el cual se planteó el indicador	Reducir la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales por cada 100 S.D. en un 20% en comparación con el año 2009.

Fuente. Autor

**Tabla 16. Indicador de aprovechamiento.**

INDICADOR DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE VUELOS INTERNACIONALES	
Unidades	Variables
$\% RSA_{RSVI}$	Porcentaje de residuos sólidos aprovechados de vuelos internacionales.
$Kg_{RSVIA}$	Kilogramos de residuos sólidos de vuelos internacionales aprovechados
$Kg_{TRS}$	Kilogramos totales de residuos sólidos generados en los vuelos internacionales.
100	Factor porcentual.
Formula	
$\% RSA_{RSVI} = \left( \frac{Kg_{RSVIA}}{Kg_{TRS}} \right) \times 100$	
Responsable	Coordinador ambiental
Frecuencia de calculo	Mensual
Fuente de información	Gate Gourmet Colombia Ltda.
Objetivo por el cual se planteó el indicador	Alcanzar un 26% de aprovechamiento de residuos sólidos de vuelos internacionales.

Fuente. Autor

Con el anterior indicador se pueden generar estadísticas que permiten evaluar el comportamiento de los residuos sólidos de vuelos internacionales además de corregir las estrategias postuladas.

Los residuos sólidos aprovechados pueden ser orgánicos o inorgánicos; lo principal es que sean sometidos a procesos diferentes a la incineración o disposición final en rellenos sanitarios.

Con el indicador formulado en la tabla 17, se evalúa la producción de residuos sólidos de vuelos internacionales aprovechados por cada 100 sillas disponibles, además, con la información recopilada en este indicador se puede trazar una estadística que permite evaluar el impacto ambiental que se genera por sillas disponibles.

**Tabla 17. Indicador de aprovechamiento de residuos por sillas disponibles.**

<b>INDICADOR DE RESIDUOS SÓLIDOS DE VUELOS INTERNACIONALES APROVECHADOS POR CADA 100 SILLAS DISPONIBLES</b>	
<b>Unidades</b>	<b>Variables</b>
$IGA_{RSVI}$	Indicador de la generación de residuos sólidos de vuelos internacionales aprovechados
$Kg_{RSVIA}$	Kilogramos de residuos sólidos de vuelos internacionales aprovechados
$S.D$	Numero de sillas disponibles
100	Factor de ampliación numérica
<b>Formula</b>	
$IGA_{RSVI} = \frac{Kg_{RSVIA}}{100S.D.}$	
Responsable	Coordinador ambiental
Frecuencia de calculo	Una vez por mes
Fuente de información	Gate Gourmet Colombia Ltda.
	Pas control – Avianca S.A.
Objetivo por el cual se planteó el indicador	Alcanzar un 26% de aprovechamiento de residuos sólidos de vuelos internacionales por cada 100 sillas disponibles.

Fuente. Autor

## 7. CONCLUSIONES

- Los residuos sólidos de vuelos internacionales generados por la aerolínea Avianca S.A. en el aeropuerto internacional “El Dorado”, presentan características microbiológicas y toxicológicas de residuos sólidos convencionales u ordinarios, situación que determina que no son residuos peligrosos, infecciosos ni tóxicos y no representan un riesgo epidemiológico para el país.
- Considerando la producción, composición física y mecanismos de gestión actuales sobre los residuos sólidos de vuelos internacionales se sugirieron procedimientos para el mejoramiento y prevención de la generación, así como se diseñaron protocolos contenidos en Fichas Temáticas para la segregación en la fuente, tendientes al aprovechamiento de los componentes objeto de reciclaje.
- Los residuos sólidos de vuelos internacionales generados por la aerolínea Avianca S.A. en el aeropuerto internacional “El Dorado” se encuentran constituidos por materiales reciclables aluminio, papel y plástico, componentes que representan un 26% del total de los residuos que pueden incorporarse al mercado del reciclaje existente en Colombia.
- Igualmente y de acuerdo a composición física obtenida con aplicación de protocolo del Ing. Héctor Collazos Peñaloza, el 74% corresponde a residuos de características orgánicas, los que pueden ser objeto de aprovechamiento y que en la actualidad se gestiona por la vía de la termodestrucción
- El estado del Arte en la gestión de residuos de vuelos internacionales, las determinaciones analíticas de laboratorio y la logística operacional de la aerolínea, permitieron la elaboración de documento técnico, manejado a través de Fichas Temáticas que permitirá el aprovechamiento de dichos residuos y su control desde la generación hasta la disposición final.
- Para la determinación de los costos de incineración por silla disponible, se formuló y aplicó Indicador de Destinación por la vía de tratamiento por Incineración el que determinó que por cada 100 sillas disponibles para el año 2009 se gastaron en promedio \$ 29.011,00 colombianos para la incineración de estos residuos, es decir, el total de ese fue de \$559.510.078,08 colombianos, durante el 2010 se gastaron en promedio \$29.244,00 colombianos, es decir, el total del año 2010 (hasta octubre de 2010) sumaría \$ 471.074.923,00 colombianos.

## 8. RECOMENDACIONES

- Los resultados del presente estudio cualitativo realizado a los residuos sólidos de vuelos internacionales permiten la continuidad de análisis complementarios de carácter cuantitativo, con toma de muestras basadas en la frecuencia de vuelos internacionales y aplicación estadística para determinar factores de muestreo/error y análisis microbiológicos más exhaustivos que confirmen los resultados obtenidos en este proyecto y afiancen directrices para solicitar actualización del Decreto del año 84.
- Establecer por la empresa Avianca, mecanismos y procedimientos tendientes a generar conciencia en los pasajeros de vuelos internacionales sobre el impacto ambiental que generan al tomar los servicios de la aerolínea y cómo Avianca S.A. ofrece las soluciones para ello.
- Coordinar estrategias entre los distintos departamentos internos de la aerolínea involucrados con los residuos sólidos de vuelos internacionales a fin de obtener el mayor porcentaje de materiales recuperables de dichos residuos.
- Con la aplicación y análisis a resultados de Indicadores, mostrar a las autoridades de seguimiento y verificación los costos de reducción en el tratamiento por incineración y los obtenidos por aprovechamiento de los residuos generados por la empresa en todas sus actividades.

## BIBLIOGRAFÍA

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Reglamento sanitario internacional (RSI). Ginebra. 2008. Segunda edición.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, AERONÁUTICA CIVIL. Guía ambiental para la operación y funcionamiento de aeropuertos. Bogotá D.C. Mayo de 2001

MINISTERIO DE SALUD. Centro de documentación. Decreto No. 1601 del 27 de Junio de 1984.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Centro de documentación. Decreto No. 4741 del 30 de Diciembre de 2005

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Centro de documentación. Decreto No. 1713 del 6 de Agosto de 2002.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia. Colombia, 2002.

LYNNE B. James. Diccionario enciclopédico del laboratorio clínico. Ed. Médica Panamericana. 2000.

MICHAEL T. Madigan. Brock Biología de los microorganismos 12 ed. Madrid: Pearson, 2009. ISBN 978-84-7829-097-0

SILVA A. Lina, SORIA G. Manuela. Caracterización epidemiológica retrospectiva de resistencia bacteriana en infección intrahospitalaria. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. 2003

Diccionario Enciclopédico Vox 1. © 2009 Larousse Editorial, S.L.

FARLEY David. 8 de septiembre de 2009. Airlines and Recycling: The Not-So-Green Skies. EE.UU. [Artículo en línea] Disponible desde internet en: <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=airlines-and-recycling>>

14 de diciembre 2006. Airline industry could save millions by recycling. EE.UU. [Artículo en línea] Disponible desde internet en: <[http://wasteage.com/news/NRDC\\_airline\\_recycling/](http://wasteage.com/news/NRDC_airline_recycling/)>

WIRE Business. 28 de febrero de 2008. Airlines Should Adopt In-Flight Recycling, Says Green Skies.EE.UU [Artículo en línea] Disponible desde internet en:

<[http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m0EIN/is\\_2008\\_Feb\\_28/ai\\_n24356045/?tag=rel.res4](http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_2008_Feb_28/ai_n24356045/?tag=rel.res4)>

SURGENOR Christopher. 16 de Noviembre de 2009. Continental airlines claims major success with its expanded inflight and terminal recycling programme.EE.UU. GreenAirCommunications[Artículo en línea] Disponible desde internet en: <<http://www.greenaironline.com/news.php?viewstory=662>>

CORREDOR Martha. El Sector Reciclaje en Bogotá y su Región: Oportunidades para los Negocios Inclusivos. Colombia: Fundes, 2010.

BECERRIL P. Maritza. ¿Cuánto cuesta reusar una hoja?. México: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, 2007.

SALAH M. El-Haggar. Sustainable industrial design and waste management.1 ed. USA: Elsevieracademicpress. 2007. ISBN-13: 978-0-12-373623-9.

Morris Quevedo, Humberto J. Sanz Pardo, Annette A. Arceo, Ángel. Utilización de un hidrolizado enzimático de *chlorellavulgaris* en la formulación de medios de cultivo de *bacillussubtilis*. Tecnología Química. Cuba editorial Universitaria, 1999.

ANGULO A. Liseth. ROMERO R. Mónica. Análisis de alternativas para el manejo de lámparas fluorescentes de tubo desechadas - área metropolitana del valle de aburra –.Universidad de la Salle. Colombia.2006

## **ANEXO A**

***Metodología propuesta por el  
Ingeniero Héctor Collazos  
Peñaloza, para determinar la  
composición física de residuos  
sólidos***

## Composición física de residuos sólidos

No existe una norma definida para la composición física de los residuos sólidos, normalmente se estudia la composición física por porcentaje en peso.

Una clasificación física general de los desechos sólidos podría ser la consignada en los once puntos de la columna a de la tabla 1, que aunque no es de uso actual, parece ser muy apropiada para un próximo futuro.

La clasificación más utilizada actualmente en Colombia es la mostrada en la columna b de la tabla 1 y otra clasificación es la recomendada por la American Public Works Association que se relaciona en la columna c de la tabla 1.

**Tabla 1. Tipo de Composiciones para residuos sólidos**

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
<b>1</b>	Desechos de alimentos	Desechos de alimentos	Empaques
<b>2</b>	Papel	Papel y cartón	Botellas
<b>3</b>	Cartón	Plásticos	Metales ferrosos
<b>4</b>	Plásticos	Textiles	Metales no ferrosos
<b>5</b>	Textiles	Caucho	Textiles
<b>6</b>	Caucho	Madera	Papel
<b>7</b>	Madera	Vidrio	Plástico, Cuero y caucho
<b>8</b>	Vidrio	Metales ferrosos y no ferrosos	Maderas y ramas
<b>9</b>	Metales ferrosos	Huesos	Residuos de comida y poda
<b>10</b>	Metales no ferrosos	Poda	Ladrillos, piedras y polvo
<b>11</b>	Otros	Otros	

Fuente. Autor

No existen métodos oficiales de tipo estadístico para lograr una estimación de la composición física.

Debido a la heterogeneidad de la basura, una muestra puntual no es representativa para determinar los componentes de residuos sólidos, situación que obliga a mantener un programa continuo para determinar tanto la producción como la composición de los residuos sólidos.

La técnica estadística utilizada en un muestreo para la caracterización física de las basuras puede ser la indicada a continuación para el muestreo de proporciones

$$n = z^2 \frac{pq}{d^2}$$

Siendo:

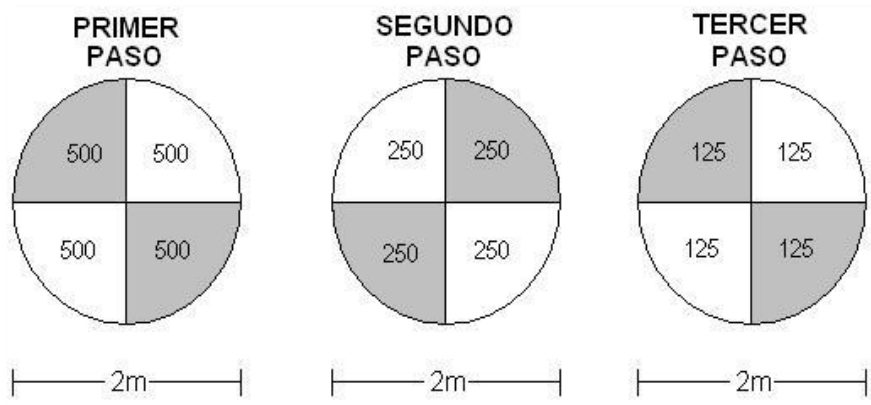
- $n$  = Tamaño de la muestra en unidades de peso (kilogramos)
- $z$  = Factor de la distribución normal, que puede tomarse igual a 2
- $p$  = Proporción del total que posee la característica deseada
- $q$  = Proporción total que no posee la característica deseada
- $d$  = Precisión deseada en la proporción. Para efectos de muestreo en basura es razonable un valor de 2.5% (0.025)

Conocida la cantidad de residuos a caracterizar, se vierte los residuos a caracterizar en un piso firme y limpio, se voltea sucesivamente hasta hacer homogénea la mezcla; se aglutina formando un círculo de diámetro aproximado a 2 metros y se divide en cuatro partes iguales, tal como se indica en la figura 1.

Se escogen dos cuartos opuestos y se repite la operación hasta obtener el peso deseado.

Una vez obtenido el peso a muestrear, manualmente se seleccionan los materiales y se colocan en recipientes separados, hasta terminar con la muestra.

**Figura 1. Toma de muestra para análisis físico**



Cada recipiente, que contiene los elementos que correspondan a la clasificación, se pesa y por diferencia se conocerá el peso del componente. La proporción se calcula como (en términos de porcentaje):

$$p = \frac{W_i}{\sum W_i} \times 100$$

Donde:  $W_i$  = Peso de cada componente

## **ANEXO B**

***Concepto emitido por el  
Ministerio de la Protección  
Social***



Libertad y Orden

13350

*EN ECOCAPITAL*

Ministerio de la Protección Social  
República de Colombia  
Dirección General de Salud Pública  
Grupo de Salud Ambiental

Radicado No. 170805

Doctor  
**Ruben Dario Navia Martinez**  
**Director Comercial Residuos Peligrosos**  
**Interaseo S.A**  
Calle 17 No. 124 – 81 Barrio Fontibón  
Bogotá, D.C.


Respuesta oficio 159.154

Respetado Doctor Navia:

De acuerdo a lo estipulado en la Ley 9 de 1979 y en el Decreto 4741 de 2005, los residuos provenientes de las aeronaves deben ser clasificados como peligrosos y aunque por sus características infecciosas podrían estar contemplados dentro del alcance del Decreto 2676 de 2002, este Decreto no los contempla.

Por lo anterior, esta Dirección General considera que los residuos a los que se hace alusión deben ser tratados como residuos peligrosos y su tratamiento debe ser la incineración, destrucción térmica o algún otro tratamiento de comprobada eficiencia en la destrucción de residuos peligrosos.

Cordialmente,

  
**Gilberto Alvarez Uribe**  
Director General de Salud Pública (e)

Revisó: Dr. Arturo Díaz G, Coordinador Grupo Salud Ambiental.  
Proyectó: Javier Ríos Plata, Profesional Grupo de Salud Ambiental 31/07/07

