

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN  
INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS (PGIRSL) PARA EL  
DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA FISCALÍA GENERAL DE  
LA NACIÓN SEDE CENTRAL

VANESSA ANDREA LAVERDE MUSA  
MARÍA CAMILA PARRA MORA

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ D.C.  
2018

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN  
INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS (PGIRSL) PARA EL  
DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA FISCALÍA GENERAL DE  
LA NACIÓN SEDE CENTRAL

VANESSA ANDREA LAVERDE MUSA  
MARÍA CAMILA PARRA MORA

Proyecto integral de grado para optar al título de  
INGENIERO QUÍMICO

Director  
Omar Andrew Barajas Rodríguez  
Ingeniero Mecánico

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ D.C.  
2018

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Elizabeth Torres Gamez  
Presidente de jurado

---

Nubia Liliana Becerra Ospina  
Jurado

---

Oscar Libardo Lombana Charfuelan  
Jurado

Bogotá D.C., Noviembre del 2018

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

**Dr. JAIME POSADA DÍAZ**

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

**Dr. LUIS JAIME GARCÍA-PEÑA**

Vicerrectora Académica y de Posgrados

**Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS**

Director Facultad de Ingenierías

**Dr. JULIO CÉSAR FUENTES ARISMENDI**

Director Programa de Ingeniería Química

**Ing. LEONARDO DE JESÚS HERRERA GUTIÉRREZ**

Las directivas de la Fundación Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar le este trabajo principalmente a mis padres, por toda su paciencia y apoyo en todo momento y por motivarme a seguir adelante pese a las adversidades.

Así mismo a mi principal motor de vida, mi hija, por la cual seguí y persistí a lo largo de estos años y pude llegar a realizar este trabajo con gran éxito tras poner el esfuerzo y dedicación que requirió.

Agrego de igual manera el agradecimiento que siento hacia mi compañero de vida el cual nunca dejo de creer en mí y fue mi roca durante los momentos más duros de este trayecto.

Por ultimo pero no menos importante a mi compañera de tesis ya que sin ella esto no podría ser lo que es hoy, siempre estuvo conmigo al pie del cañón demostrando su entereza y pleno compromiso con este trabajo y demostrando de que estamos hechas al lograr pasar por todos los obstáculos que se fueron suscitando durante este proyecto que hoy se entrega con tanto esfuerzo.

A todos ellos mi gratitud infinita y todo mi aprecio por ese conglomerado de diversas formas de apoyo y es que son tantas que me quedo corta con estas palabras acá plasmadas, gracias y más gracias a todos ustedes.

Vanessa Andrea Laverde Musa

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la fuerza necesaria para la culminación de una etapa significativa llena de conocimientos y nuevas experiencias.

A mis padres José y Lucía y mi hermano Juan Carlos quienes fueron y son el motor de mis logros y felicidad, por el apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, principalmente por el acompañamiento y los consejos brindados a través de su experiencia a lo largo de mi camino universitario.

A mi mascota Missi quien a lo largo de mi camino universitario, me acompañó desde el primer hasta el último día académico a concluir todos mis trabajos y cumplir mis logros y quien, sin su compañía, las noches de estudio no hubieran sido igual de amenas.

A mis amigos y maestros quienes me acompañaron a lo largo de estos años y que sin su ayuda no hubiera podido finalizar mis estudios.

Gracias a todas y cada una de las personas que en algún momento tuve el placer de conocer y que aún siguen en mi camino de vida.

Y por último... a mí por tanta paciencia y fuerza de voluntad para consumir este trabajo de grado.

Ing. María Camila Parra Mora

## **AGRADECIMIENTOS**

A la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN por permitirnos desarrollar este trabajo de grado.

A la Ingeniera Elizabeth Torres Gamez quien fue nuestra orientadora en el desarrollo de este trabajo de grado y dedicarnos su tiempo para poder culminarla.

Al Ingeniero Omar Andrew Barajas Rodríguez por brindarnos su voto de confianza, por el acompañamiento y ayudarnos a la culminación de este proyecto.

A la Ingeniera Adriana Ospitia por su acompañamiento constante, sus conocimientos aportados y preocupación para la culminación de este proyecto.

De igual manera, a todo el personal perteneciente al Departamento de Criminalística por la ayuda, colaboración y excelente disposición hacía con nosotras y nuestro trabajo de grado.

Al Ingeniero Juan Diego Castañeda Vargas, quien a lo largo del desarrollo del presente trabajo y de mi recorrido académico no me dejó desfallecer, quien siempre estuvo presente cuando me sentía derrotada. Agradezco profundamente sus consejos, compañía constante, cariño y apoyo incondicional principalmente para la culminación de mi trabajo de grado.



## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN	26
OBJETIVOS	28
1. MARCO TEÓRICO	29
1.1 FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN	29
1.1.1 Localización de la entidad	29
1.1.2 Descripción de la entidad	32
1.2 ORGANIZACIÓN DE LA ENTIDAD	33
1.3 RESIDUOS	34
1.3.1 Residuos sólidos y líquidos	34
1.3.2 Generadores	34
1.3.3 Peligrosidad	35
1.3.4 Residuos no peligrosos	36
1.3.5 Residuos peligrosos	36
1.4 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS	38
1.4.1 NTC 1692	38
1.4.2 Decreto 4741 de 2005	38
1.5 PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN	39
1.6 ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS	40
1.7 APROVECHAMIENTO Y VALORACIÓN	42
1.8 TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	42
1.8.1 Tratamientos físicos	43
1.8.2 Tratamientos químicos	43
1.8.3 Tratamientos físico-químicos	44
1.8.4 Tratamientos térmicos	45
1.8.5 Desactivación de alta eficiencia	46
1.8.6 Desactivación de baja eficiencia	47
1.8.7 Disposición final	48
2. DIAGNÓSTICO	50
2.1 DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA	50
2.1.1 Materiales e insumos.	51
2.1.2 Descripción del proceso general	53
2.1.3 Sección Técnico-científica	55
2.1.3.1 Análisis ambientales	56
2.1.3.2 Arquitectura, ingeniería y topografía	57
2.1.3.3 Automotores	58
2.1.3.4 Balística forense	60
2.1.3.5 Calidad	61
2.1.3.6 Documentología y grafología	62
2.1.3.7 Fotografía y video	63
2.1.3.8 Informática forense	64

2.1.3.9	Microscopia electrónica de barrido	66
2.1.3.10	Química forense	68
2.1.3.11	Metrología	71
2.1.4	Identificación	72
2.1.4.1	Genética	73
2.1.4.2	Identificación humana	76
2.1.4.3	Lofoscopia y NN's	78
2.1.4.4	Morfología facial	80
2.2	GENERACIÓN DE RESIDUOS	81
2.2.1	Sección técnico-científica	82
2.2.2	Sección de identificación	83
2.2.3	Limpieza.	83
2.2.4	Mantenimiento	83
2.3	CANTIDADES GENERADAS DE RESIDUOS.	84
2.4	MANEJO Y DISPOSICIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS	85
2.4.1	Almacenamiento interno	88
2.4.1.1	Residuos	88
2.4.1.2	Centro de acopio	89
2.5	CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	91
2.5.1	Decreto 4741 de 2005	91
2.5.2	Caracterización de los residuos	92
2.6	CONCLUSIÓN DIAGNOSTICO	97
3.	ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN, PREVENCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS	98
3.1	RESIDUOS NO PELIGROSOS	98
3.2	RESIDUOS PELIGROSOS	101
3.2.1	Reducción en la fuente	101
3.2.2	Recuperación	102
3.2.3	Disposición de residuos líquidos	103
3.3	TRATAMIENTOS PROPUESTOS	103
3.3.1	Tratamientos desarrollados a nivel laboratorio	106
3.3.1.1	Grupo de genética	106
3.3.1.2	Grupo de microscopia electrónica de barrido	115
3.3.1.3	Conclusión tratamientos	125
4.	PLAN DE GESTÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	126
4.1	FASES DEL PLAN	126
4.2	PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	129
4.2.1	Diagnóstico	129
4.2.2	Objetivo	129
4.2.3	Consideraciones generales	129
4.2.4	Peligrosidad	130
4.2.5	Clasificación de los residuos generados	130

4.2.6	Generación de residuos	131
4.2.7	Alternativas de manejo, aprovechamiento y disposición de residuos	132
4.2.8	Manejo interno	132
4.2.8.1	Características de los envases	132
4.2.8.2	Almacenamiento interno	135
4.2.8.3	Recolección interna	136
4.2.9	Medidas de contingencia	137
4.2.10	Manejo externo	137
4.2.10.1	Residuos a dispone	137
4.2.10.2	Cantidades de residuos a disponer	137
4.2.10.3	Empresas para el manejo de residuos	137
4.2.10.4	Medidas para la entrega de residuos al transportador	137
4.2.11	Recomendaciones específicas	138
4.3	RECOMENDACIONES PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	138
4.4	CENTRO DE ACOPIO	143
5.	VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS	147
6.	CONCLUSIONES	149
7.	RECOMENDACIONES	151
	BIBLIOGRAFÍA	152
	ANEXOS	156

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica de la sede central "El Bunker" de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN	30
Figura 2. Ubicación geográfica de la sede de "El antiguo Das" de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN	31
Figura 3. Estructura orgánica de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN	34
Figura 4. Diagrama minimización de residuos	40
Figura 5. Matriz guía de almacenamiento químico	41
Figura 6. Matriz guía de almacenamiento químico	41
Figura 7. Diagrama estructural del departamento de criminalística	50
Figura 8. Diagrama descriptivo del proceso general administrativo del departamento de criminalística	54
Figura 9. Diagrama descriptivo del proceso general administrativo y generación de residuos del departamento de criminalística	55
Figura 10. Diagrama descriptivo del grupo de análisis ambientales	57
Figura 11. Diagrama descriptivo del grupo de arquitectura, ingeniería y topografía	58
Figura 12. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de automotores	59
Figura 13. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de balística forense	61
Figura 14. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de calidad	62
Figura 15. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de documentología y grafología	63
Figura 16. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de fotografía y video	64
Figura 17. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de informática forense	65
Figura 18. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de grupo de microscopía electrónica de barrido	67
Figura 19. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de grupo de microscopía electrónica de barrido	68
Figura 20. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de química forense	69
Figura 21. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de química forense	70
Figura 22. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de metrología	72
Figura 23. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de acústica	73
Figura 24. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de genética	75
Figura 25. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de identificación humana	77
Figura 26. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de lofoscopia y NN's	79
Figura 27. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de lofoscopia y NN's	80
Figura 28. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de morfología	81
Figura 29. Centro de acopio de El Bunker	90
Figura 30. Centro de acopio El Bunker	90
Figura 31. Árbol de decisiones para determinar características de peligrosidad	96
Figura 32. Diagrama de manejo y disposición de residuo no peligrosos	100

Figura 33. Cromatograma de la muestra 1 de 2-propanol	121
Figura 34. Cromatograma de la muestra 2 de 2-propanol	122
Figura 35. Cromatograma de la muestra 3 de 2-propanol	123
Figura 36. Cromatograma de la muestra 3 de metanol	124
Figura 37. Ejemplo para el desarrollo de los balances de materiales	131
Figura 38. Ejemplo de envase y rótulo para disposición de papel y cartón limpio y seco	133
Figura 39. Ejemplo bolsa desechable para residuos peligrosos	134
Figura 40. Envase para objetos corto-punzantes	135
Figura 41. Manejo de residuos para los grupos de criminalística	139
Figura 42. Punto ecológico	142
Figura 43. Organización centro de acopio sede del Bunker	143
Figura 44. Centro de acopio 1 propuesto para la sede del Bunker	144
Figura 45. Centro de acopio 2 propuesto para la sede del Bunker	144
Figura 46. Organización centro de acopio sede de Paloquemao	145
Figura 47. Centro de acopio propuesto para la sede de Paloquemao	146
Figura 49. Formatos de recolección para residuos sólidos	174
Figura 50. Formatos de recolección para residuos peligrosos	175
Figura 51. Formatos de recolección para residuos especiales	176
Figura 52. Rótulo para bolsas y bidones de almacenamiento de residuos peligrosos	177

## LISTA DE GRÀFICAS

	<b>pág.</b>
Gràfica 1. Generaci3n de residuos en la tercera semana de Abril a1o 2018	84
Gràfica 2. Comparaci3n entre cada grupo generador de residuos peligrosos	95

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Cantidades de residuos reciclables en la sede del Bunker	84
Tabla 2. Clasificación de residuos grupo de microscopia electrónica de barrido	91
Tabla 3. Características de residuos generados y su peligrosidad en cada grupo	93
Tabla 4. Frecuencia de características de residuos generados y su peligrosidad en cada grupo	94
Tabla 5. Resultados neutralización con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	107
Tabla 6. Resultados neutralización con $\text{Na}_2\text{SO}_3$	109
Tabla 7. Resultados neutralización con $\text{NaOH}$	111
Tabla 8. Resultados destilación - muestra 1	116
Tabla 9. Resultados destilación - muestra 2	117
Tabla 10. Resultados destilación - muestra 3	118
Tabla 11. Componentes del plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos	126
Tabla 12. Compatibilidad de sustancias químicas grupo de microscopia electrónica de barrido	136
Tabla 13. Recomendaciones para la separación de residuos para los grupos del CTI	140
Tabla 14. Materiales e insumos grupos de criminalística sección técnico-científica	157
Tabla 15. Materiales e insumos grupos de criminalística sección identificación	162
Tabla 16. Residuos generados por los grupos que conforman la sección técnico-científica	166
Tabla 17. Residuos generados por los grupos que conforman la sección de identificación	167
Tabla 18. Residuos peligrosos y biológicos generados en los grupos con laboratorios	168

## LISTA DE CUADROS

	<b>pág.</b>
Cuadro 1. Tratamientos físicos	43
Cuadro 2. Tratamientos químicos	44
Cuadro 3. Tratamientos físico-químicos	45
Cuadro 4. Tratamientos térmicos	46
Cuadro 5. Desactivación de residuos de alta eficiencia	47
Cuadro 6. Desactivación de residuos de baja eficiencia	48
Cuadro 7. Clasificación, tratamiento y disposición de residuos peligrosos	49
Cuadro 8. Resumen de materiales e insumos grupos de criminalística	51
Cuadro 9. Resumen de materiales e insumos grupos de criminalística	52
Cuadro 10. Residuos no peligrosos y peligrosos generados en el departamento de criminalística	82
Cuadro 11. Alternativas de minimización y prevención de residuos no peligrosos	99
Cuadro 12. Tratamientos y disposición de residuos peligrosos propuestos	103
Cuadro 13. Clasificación anexo I y anexo II Decreto 4745 de 2005	172



## LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Sede central "El Bunker" de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN	31
Imagen 2. Sede de Paloquemao "Antiguo Das" de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN	32
Imagen 3. Logo campaña "Justicia verde, Juntos podemos"	86
Imagen 4. Bidón para el almacenamiento de residuos líquidos grupo d microscopia electrónica de barrido	89
Imagen 5. Almacén temporal de residuos para el grupo de genética forense identificación humana	89
Imagen 6 y 7. Muestra de NaClO sin y con indicador rojo de cresol	110
Imagen 8 y 9. Muestra de buffer con EDTA sin y con indicador azul de bromotimol	112
Imagen 10. Viraje de color neutralización del residuo de buffer con EDTA	113
Imagen 11. Comportamiento del residuo de EDTA en presencia de calentamiento	114
Imagen 12. Montaje sistema de destilación simple a nivel laboratorio	115
Imagen 13 y 14. Comportamiento meta-estable muestra 3	119

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Materiales e insumos sección técnico-científica	157
Anexo B. Materiales e insumos sección técnico-científica	162
Anexo C. Generación de residuos sección de técnico-científica	166
Anexo D. Generación de residuos sección de identificación	167
Anexo E. Residuos químicos peligrosos y biológicos generados en los grupos que cuentan con laboratorios	168
Anexo F. Clasificación de residuos de todos los grupos del departamento de criminalística según decreto 4741 de 2005	171
Anexo G. Clasificación decreto 4741 de 2005	172
Anexo H. Neutralización y/o disposición de residuos peligrosos líquido	173
Anexo I. Formatos de recolección para residuos sólidos, peligrosos y especiales	174
Anexo J. Rotulo para bolsas y bidones de almacenamiento de residuos peligrosos	177
Anexo K. Tarjeta de emergencia para la sustancia cloro	178
Anexo L. Formatos de verificación de requerimientos del transportador	181

## GLOSARIO

**ADN NUCLEAR:** se encuentra dentro del núcleo de las células eucariotas; presenta dos copias por célula.

**ADN MITOCONDRIAL:** material genético de las mitocondrias, los elementos de la célula que generan energía para la misma y contiene 100-1000 copias por célula.

**ALLANAMIENTO:** terminación anormal de un proceso por el que la parte demandada reconoce las pretensiones del actor.

**ANALISIS PERCEPTUAL AUDITIVO:** método para analizar la sensación psicoacústica que nos produce el timbre de la voz de una persona.

**ANALISIS GLOBAL LINGUISTICO:** análisis científico del lenguaje humano.

**ANALISIS ACÚSTICO:** estudio no invasivo y consiste en grabar la voz de la persona a través de un micrófono unidireccional que capte la gama de frecuencias de sonidos del habla (o a 20000 Hz) conectados a la grabadora digital o directamente a la computadora.

**AUTOCLAVE:** dispositivo que sirve para esterilizar material de laboratorio, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura, evitando con las altas presiones que el agua llegue a ebullición a pesar de su alta temperatura.

**BUFFER:** una o varias sustancias químicas que afectan a la concentración de los iones de hidrógeno (o hidronios) en el agua. Éste regula el pH, actúa como amortiguador.

**BULK:** cuando llega la muestra antes de la explosión.

**CALIBRACIÓN:** proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar).

**CARTUCHO:** es la carga explosiva, municiones y su contenedor específicos para cada tipo de arma de fuego

**CASQUETE:** es el que va a contener todos los elementos del cartucho.

**COTEJO:** análisis de las características de dos o más objetos o situaciones para establecer similitudes y diferencias y desarrollar algún tipo de valoración.

**CRETIB:** Siglas indicativas de peligrosidad de una sustancia química. Su significado es corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico/infeccioso.

**CRIMINALÍSTICA:** se encarga de demostrar y explicar un delito, determinar sus autores y la participación de éstos, a través de un conjunto de procedimientos, técnicas y conocimientos científicos.

**CROMATOGRAFÍA:** método de análisis que permite la separación de gases o líquidos de una mezcla por adsorción selectiva, produciendo manchas diferentemente coloreadas en el medio absorbente.

**CROMATÓGRAFO DE GASES:** es una técnica cromatográfica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de un mechero de una columna cromatográfica.

**CROMATÓGRAFO DE MASA:** técnicas que constituyen una herramienta potente para separar, identificar y cuantificar los componentes volátiles y semivolátiles de mezclas complejas.

**CTI:** Cuerpo Técnico de Criminalística.

**DESTILACIÓN:** técnica de laboratorio utilizada en la separación de sustancias miscibles. Consiste en hacer hervir una mezcla, normalmente una disolución, y condensar después, por enfriamiento, los vapores que han producido.

**DESECHO:** es cualquier sustancia u objeto que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión hay que disponer del mismo debido a que pierde utilidad y valor comercial.

**EDTA:** ácido etilendiaminotetraacético.

**EMBALAJE:** materiales o estructuras que protegen a los productos, envasados o no, contra golpes o cualquier otro daño físico.

**EPP:** elementos de protección personal. Elementos de protección básicos para la manipulación de sustancias peligrosas.

**ESPECTROSCOPIO:** instrumento óptico que se usa para medir las propiedades de la luz sobre una porción específica del espectro electromagnético.

**ESPECTRÓMETRO INFRAROJO:** equipo que permite la identificación de grupos funcionales de materiales orgánicos, pinturas y determinadas estructuras de muestras sólidas y líquidas por transmisión espectroscópica de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), en el rango espectral comprendido entre 400 y 4 000  $\text{cm}^{-1}$ .

**ESTEROMICROSCOPIOS:** se utiliza para trabajar con muestras que tienen mayor necesidad de ser diseccionadas para ver con más detalle las partes pequeñas que

las componen, sean de plantas, insectos e incluso paneles electrónicos. Tienen la capacidad única de ver los objetos en tridimensional.

**EVIDENCIA DERIVADA:** medios de conocimiento que son consecuencia de una evidencia ilícita o de un acto violatorio de los derechos fundamentales del sujeto procesal o las que solo pueden explicarse en razón de una prueba ilícita.

**EVIDENCIA DE TRAZA:** por su cantidad, tamaño o naturaleza no son perceptibles a simple vista y requieren de medios técnicos o tecnológicos para su observación recolección e identificación.

**EQUIPO DE FLUORESCENCIA:** equipo empleado para estudio de las emisiones de fluorescencia generadas después de la excitación de una muestra mediante una fuente de rayos X.

**EXHUMACIÓN:** desenterramiento de un cadáver que oportunamente fuera inhumado tras el fallecimiento de la persona.

**FASE MÓVIL:** es en esta que se hace mover otra sustancia sobre la mezcla que ya está sobre el soporte de la fase estática.

**FLUORESCENCIA:** propiedad que tienen algunas sustancias de reflejar luz con mayor longitud de onda que la recibida, cuando están expuestas a ciertos rayos del espectro.

**FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN:** Fiscalía General de la Nación.

**HPLC:** (high performance liquid chromatography) técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica.

**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Metrología y Estudios Ambientales. Se encarga del manejo de la información científica, hidrológica y todo lo relacionado con el medio ambiente en Colombia.

**INFLAMABLES:** se aplica a sustancias y preparados líquidos con un punto de inflamación (temperatura mínima a la que la sustancia arde con el aporte de una energía de activación) bajo.

**MARCAS DE AGUA:** es un mensaje (normalmente un logo, sello o firma) superpuesto a una imagen, con una gran dosis de transparencia, de esta manera es posible visualizar su presencia sin interrumpir o impedir la visión de la imagen a la que protege.

**MATERIAL PROBATORIO:** productos o instrumentos del delito que pueden ser presentados en el juicio oral.

**MICROSCOPIO DE BARRIDO:** técnica de microscopía electrónica capaz de producir imágenes de alta resolución de la superficie de una muestra utilizando las interacciones electrón-materia.

**NEUTRALIZACIÓN:** se llama neutralización a la reacción que se produce entre disoluciones ácidas y básicas. Todas estas reacciones dan como producto una sal y agua.

**NN:** (nomen nescio: 'nombre desconocido'), expresión en latín usada para designar a una persona sin nombre o desconocida. En inglés, NN también se traduce como no name ('sin nombre') En español también se conoce como No-Nombre.

**PAPEL KRAFT:** papel creado a partir de la llamada pulpa de madera, lo cual le aporta el color marrón.

**PERICIAL:** adjetivo que refiere a lo que está vinculado a un perito o a una pericial.

**PELIGROSIDAD:** cualidad de peligroso.

**PERITO:** profesional dotado de conocimientos especializados y reconocidos, a través de sus estudios superiores, que suministra información u opinión fundada a los tribunales de justicia sobre los puntos litigiosos que son materia de su dictamen.

**PIPH:** Pruebas de Identificación Preliminar Homologada.

**pH:** indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H<sup>+</sup>) en una sustancia.

**PCR:** reacción en cadena de la polimerasa. Esta técnica permite amplificar pequeñas regiones específicas del ADN en el laboratorio, Es decir, consigue que un pequeño segmento de ADN que pasaría desapercibido en un análisis cualquiera se multiplique millones de veces y así sea fácil de detectar.

**PRE-PCR:** recepción de muestras, Extracción de ácidos nucleicos y Preparación de las reacciones de PCR

**POST-PCR:** amplificación por PCR, Análisis de productos

**PROYECTIL:** es un objeto destinado a ser lanzado, arrojado, despedido, disparado a un blanco específico o con el objetivo de cumplir una trayectoria sin importar donde caiga.

**PUNTO DE EBULLICIÓN:** instante en el cual se produce el cambio de estado de una materia que pasa de líquido a gaseoso.

**RANGO DE VIRAJE:** el cambio de color del indicador se denomina viraje, y el intervalo de pH en el que se produce el cambio de color, es lo que se denomina intervalo de viraje.

**RECICLAJE:** es un proceso donde las materias primas que componen los materiales que usamos en la vida diaria como el papel, vidrio, aluminio, plástico, etc., una vez terminados su ciclo de vida útil, se transforman de nuevo en nuevos materiales.

**REDUCIR:** hacer menor la cantidad, el tamaño, la intensidad o la importancia de una cosa.

**REUTILIZAR:** volver a utilizar algo; generalmente con una función distinta a la que tenía originariamente.

**REACTIVO:** sustancia que, por su capacidad de provocar determinadas reacciones, sirve en los ensayos y análisis químicos para revelar la presencia o medir la cantidad de otra sustancia.

**RESIDUOS:** es cualquier sustancia u objeto que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión pero el cual aún puede ser empleado en la producción de un nuevo producto como materia prima directa.

**RESIDUOS APROVECHABLES:** aquellos que se pueden reutilizar o reciclar a través de un proceso industrial o casero.

**SEROFUGA:** centrifuga pequeña que pone en rotación una muestra para –por fuerza centrífuga– acelerar la decantación o la sedimentación de sus componentes o fases (generalmente una sólida y una líquida), según su densidad.

**SUSTANCIA PSICOACTIVA:** sustancias químicas (drogas o psicofármacos) de origen natural o sintético que afectan a las funciones del sistema nervioso central (SNC), es decir, al cerebro y la médula espinal.

**TOXICIDAD:** grado de efectividad que poseen las sustancias que, por su composición, se consideran tóxicas.

**TRAZA:** una cantidad minúscula de una sustancia en una mezcla.

**VIAL:** pequeños frascos fabricados en vidrio o plástico, sirven para almacenar medicamentos o reactivos en presentación de líquidos, polvos o cápsula. También se puede utilizar como recipientes de muestras, por ejemplo, en dispositivos de cromatografía analítica. Los viales más modernos suelen estar hechos de materiales plásticos tales como polipropileno.

**VIDEO COMPARADORES:** es un circuito electrónico digital, capaz de comparar dos señales de entrada y variar la salida en función de cuál es mayor.



## RESUMEN

Para realizar una propuesta de plan de gestión integral de residuos en el Cuerpo Técnico de Investigaciones del Departamento de Criminalística de la Fiscalía General de la Nación se inició la propuesta realizando un diagnóstico acerca del estado actual de cada grupo en el cual se prestó especial atención en el proceso ejecutivo en el área de oficinas, en el proceso de análisis y ejecución de los mismos, materiales e insumos empleados para el desarrollo de sus actividades y principalmente, los residuos y desechos generados a raíz de lo mencionado anteriormente.

Con la información recolectada acerca de la generación de residuos y desechos de todos los grupos se inicia la labor de búsqueda e investigación de las mejores alternativas de minimización, prevención y aprovechamiento de residuos peligrosos y no peligrosos dependiendo las necesidades de cada grupo. Para ello se establecieron estrategias de minimización y prevención para la generación de residuos y desechos no peligrosos y alternativas de tratamientos y disposición para los residuos peligrosos como sustancias químicas y desechos biológicos.

Para los residuos peligrosos se desarrollaron a nivel laboratorio varios tratamientos de neutralización de residuos líquidos y recuperación de solventes para observar la viabilidad de cada uno de ellos en los grupos en los cuales se generaban con mayor frecuencia para aportar una forma de mitigación de los mismos.

Para culminar, se elabora la propuesta del plan de gestión integral de residuos en el cual se enuncian los temas de relevancia que va a contener cada propuesta de plan de gestión para cada grupo y la explicación del contenido cada uno de estos puntos sin olvidar que cada propuesta será adaptado y único para cada grupo de Cuerpo Técnico de Investigaciones los cuales se encontraran como anexos digitales al trabajo de grado.

**PALABRAS CLAVE:** Cuerpo Técnico de Investigaciones, Departamento de Criminalística, Fiscalía General de la Nación, Neutralización, plan de gestión integral de residuos.

## INTRODUCCIÓN

LA FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN sede central, ubicada en la carrera diagonal 22B # 52-01 en la ciudad de Bogotá, “es una entidad de la rama judicial del poder público con plena autonomía administrativa y presupuestal, cuya función está orientada a brindar a los ciudadanos una cumplida y eficaz administración de justicia<sup>1</sup>”.

El departamento de criminalística de FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN trabaja diversas secciones para llevar a cabo diferentes investigaciones, resolviendo casos legales empleando materiales peligrosos y no peligrosos. De estas secciones se generan residuos de solventes, bases, ácidos, sales, soluciones y materiales sólidos para los cuales no hay un plan existente para el debido manejo, aprovechamiento y disposición.

Debido a lo anteriormente expuesto se pretende elaborar una propuesta en la cual se logre el cumplimiento de la normativa legal ambiental vigente para dar un buen fin a estos residuos. Para ello se recurrirá a una propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos con la finalidad de formular una estrategia encaminada a dar una gestión adecuada de los mismos.

Cabe aclarar la preocupación de la entidad en cuestión para hacerle frente a este escena incierta de la mejor manera, realizándose una propuesta que cumpla satisfactoriamente con los estándares establecidos por el Decreto 4741 expedido el 30 de Diciembre de 2005 “el cual tiene como objetivo prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente”<sup>2</sup> y la Resolución 754 de 2014 “el cual tiene como objetivo de adoptar la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos y líquidos, en adelante PGIRSL”<sup>3</sup>.

De igual manera, el desarrollo de la propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos pretende no solo solucionar el inconveniente claramente visto sino también reducir el impacto ambiental que generan estos

---

<sup>1</sup> FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN. ¿Quiénes somos? [Consultado el Oct 15,2017]. Disponible en: <http://www.fiscalia.gov.co/colombia/la-entidad/quienes-somos/>

<sup>2</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 4741. (30, diciembre, 2005). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2005. no. 46137. p. 1-29.

<sup>3</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Resolución 0754. (25, noviembre, 2014). Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes De Gestión Integral De Residuos Sólidos. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2014. no 49352. p. 1-58.

residuos, evitar posibles sanciones y comparendos ambientales debido al incumplimiento de la normatividad existe alrededor de la problemática ambiental.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos (PGIRSL) para el departamento de criminalística de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN SEDE CENTRAL.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los residuos generados en los procesos operacionales.
- Establecer alternativas para el manejo, aprovechamiento y disposición de los residuos.
- Seleccionar las mejores alternativas para el aprovechamiento de los residuos y llevarlos a cabo a nivel laboratorio.
- Elaborar la propuesta del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos (PGIRSL) para los grupos del departamento de criminalística de la Fiscalía General de la Nación.

## 1. MARCO TEÓRICO

Los residuos se producen en consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre los cuales pueden y deben ser manejados y aprovechados de tal manera que se logre una minimización del impacto ambiental, los costos de manipulación y la cantidad de residuos generados; para disponer de ellas también se debe conocer los tipos de residuos, su procedencia y otros factores que dependen del tipo de actividad que se esté desarrollando.

### 1.1 FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN

La fiscalía general nación “nació en 1991 con la promulgación de la nueva constitución política y empezó a operar el primero de Julio de 1992 durante el mandato presidencial del Señor Cesar Gaviria (1990-1994). Es una entidad de la rama judicial del poder público con plena autonomía administrativa y presupuestal, cuya función está orientada a brindar a los ciudadanos una cumplida y eficaz administración de justicia”.<sup>4</sup>

Dentro de la fiscalía se encuentra el departamento técnico de criminalística (CTI) el cual es un grupo perteneciente a la entidad y es fundamental, en el cual se emplean diversos conocimientos, métodos y técnicas de investigación para la resolución de casos legales de ámbito delictivo y determinar si se cometió un delito o no, como se llevó a cabo y quienes son los involucrados en el acto delictivo desde el punto de vista técnico pericial<sup>5</sup>.

**1.1.1 Localización de la entidad.** La fiscalía general está conformada por dos sedes principales. Una de ellas es la sede central conocida como “El Bunker” de la Fiscalía ubicada en la carrera diagonal 22B # 52-01 en Teusaquillo y la otra sede del complejo judicial conocido como el “El antiguo Das” se encuentra ubicada en la carrera 28 # 17<sup>a</sup>-00 en Paloquemao.

---

<sup>4</sup> FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN. ¿Quiénes somos?. [Consultado en Abril 04, 2018]. Disponible en: <http://www.fiscalia.gov.co/colombia/la-entidad/quienes-somos/>

<sup>5</sup> CORIA MONTER, Paulo. Introducción a la criminalística de campo y de laboratorio. [Consultado en Abril 04, 2018 ]. Disponible en: <https://criminalistica.mx/areas-forenses/criminalistica/1306-introduccion-a-la-criminalistica-de-campo-y-de-laboratorio>. Fuente original: <http://www.cienciaforense.cl/csi/content/view/7/2/1/0/>

Figura 1. Ubicación geográfica de la sede central "El Bunker" de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.



Fuente: Google maps. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/Fiscal%C3%ADa+General+de+la+Naci%C3%B3n+-+Sede+antiguo+edificio+DAS/@4.615847,-74.0893867,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f9970401f89ad:0x40ff2572d8574603!8m2!3d4.615847!4d-74.087198>

Imagen 1. Sede central "El Bunker" de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.



Fuente: REVISTA SEMANA. Disponible en: <https://www.semana.com/nacion/articulo/capturan-a-funcionaria-del-cti-por-recibir-plata-de-un-politico/520136>

Figura 2. Ubicación geográfica de la sede de "El antiguo Das" de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.



Fuente: Google maps. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/Fiscal%C3%ADa+General+de+la+Naci%C3%B3n+-+Sede+antiguo+edificio+DAS/@4.615847,-74.0893867,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f9970401f89ad:0x40ff2572d8574603!8m2!3d4.615847!4d-74.087198>

Imagen 2. Sede de Paloquemao “Antiguo Das” de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.



Fuente: PERIÓDICO VANGUARDIA. Disponible en: <http://www.vanguardia.com/actualidad/colombia/137735-arranco-traslado-de-funcionarios-del-das-a-la-fiscalia>

**1.1.2 Descripción de la entidad.** Como se mencionaba en el numeral 1.1, la fiscalía general de la nación es una entidad con plena autonomía de sus actividades y servicios prestados a los ciudadanos y a la justicia; por ende, de acuerdo a lo establecido en la constitución política de Colombia en el artículo 250 se enumeran funciones y deberes<sup>6</sup> a las que la entidad debe dar cumplimiento además del Decreto 016 de 2014 y el Decreto 898 de 2017.

- Artículo 250: Corresponde a la Fiscalía General de la Nación, de oficio o mediante denuncia o querrela, investigar los delitos y acusar a los presuntos infractores ante los juzgados y tribunales competentes. Se exceptúan los delitos cometidos por miembros de la Fuerza Pública en servicio activo y en relación con el mismo servicio. Para tal efecto la Fiscalía General de la Nación deberá:
  - 1) Asegurar la comparecencia de los presuntos infractores de la ley penal, adoptando las medidas de aseguramiento. Además, y si fuere del caso, tomar

<sup>6</sup> FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN. Funciones y deberes. [Consultado el Abril 04, 2018]. Disponible en: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/la-entidad/funciones/>



- las medidas necesarias para hacer efectivos el restablecimiento del derecho y la indemnización de los perjuicios ocasionados por el delito.
- 2) Calificar y declarar precluidas las investigaciones realizadas.
  - 3) Dirigir y coordinar las funciones de policía judicial que en forma permanente cumplen la Policía Nacional y los demás organismos que señale la ley.
  - 4) Velar por la protección de las víctimas, testigos e intervinientes en el proceso.
  - 5) Cumplir las demás funciones que establezca la ley.

El Fiscal General de la Nación y sus delegados tienen competencia en todo el territorio nacional, además, está obligada a investigar tanto lo favorable como lo desfavorable al imputado, y a respetar sus derechos fundamentales y las garantías procesales que le asisten.

Como se menciona en el artículo 250 de la constitución, para la investigación de los delitos se fundó el primero de Julio de 1991 junto con la fiscalía general de la nación el Cuerpo Técnico de Investigación (CTI) el cual tiene como principal función de

Asesorar al fiscal general en la determinación de políticas y estrategias relacionadas con las funciones de policía judicial, en los temas como la investigación de delitos, servicios forenses, servicios de genética y en la gestión de la información técnica y judicial útil para a investigación penal; además se encarga de planear, organizar, dirigir, controla y ejecutar las funciones de Policía Judicial de la Fiscalía, organiza y controla el cumplimiento de las políticas y estrategias de investigación, servicios forenses, de genética y de administración de la información útil para la investigación penal en el CTI<sup>7</sup>.

## 1.2 ORGANIZACIÓN DE LA ENTIDAD

La Fiscalía general de la nación es una entidad muy bien estructurada y organizada con grupos enfocados a diversas áreas de investigación.

A continuación se presenta un diagrama de cómo se encuentra estructurado este ente gubernamental según especificaciones del Decreto Ley 898 del 29 de mayo de 2017.

---

<sup>7</sup> DIRECCIÓN NACIONAL DEL CUERPO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN. Funciones C.T.I. [Consultado en Abril 04, 2018]. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20081119232357/http://www.fiscalia.gov.co/pag/entidad/organig/paginas/dncti.htm>

Figura 3. Estructura orgánica de la FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.



Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, Decreto Ley 898 del 29 de mayo del 2017. Disponible en: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/la-entidad/organigrama/>

## 1.3 RESIDUOS

**1.3.1 Residuos sólidos y líquidos.** Los residuos sólidos y líquidos son cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido o líquido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles y como residuo líquido todo lo relacionado a residuos variados y altamente complejos provenientes de laboratorios donde se emplean sustancias para diversos análisis químicos. Los residuos sólidos y líquidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables<sup>8</sup>.

**1.3.2 Generadores.** Existen diversos tipos de generadores de residuos los cuales dependen de su actividad y localización. Según Colomer<sup>9</sup> los generadores de residuos se clasifican en:

<sup>8</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 2981. (20, diciembre, 2013). Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2013. no. 49010. p. 1-44.

<sup>9</sup> COLOMER MENDOZA, Francisco José y GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. Tratamiento Y Gestión De Residuos Sólidos: Origen, composición y propiedades de los residuos sólidos. México: Limusa, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2009. p. 91-96. ISBN 978-968-18-7036-2.

- Domésticos y comerciales: consiste en residuos sólidos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y de establecimientos comerciales. Si los residuos no se separan cuando se desechan, ser les conoce como residuos sólidos urbanos (RSU).
- Residuos orgánicos: se consideran residuos orgánicos los restos de comida, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todos los tipos, textiles, goma, cuero, madera y residuos de jardín.
- Residuos inorgánicos: se consideran residuos inorgánicos el vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales férreos, suciedad.
- Institucionales: las fuentes incluyen centros administrativos, escuelas, cárceles y hospitales, excluyendo a los residuos fabricación de las industrias y los residuos sanitarios de los hospitales.
- Construcción y demolición: son los residuos provenientes de la construcción, remodelación y arreglos de viviendas individuales, edificios comerciales y otras estructuras. Se componen normalmente de suciedad, piedras, hormigón, armaduras, ladrillos, escayola, madera, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad, etc.
- Servicios municipales: derivan de las operaciones de mantenimiento de las instalaciones municipales, incluyendo residuos barridos de las calles, residuos de jardinería, residuos de sumideros, animales muertos y vehículos abandonados. Por la dificultad de una ubicación en el lugar de generación se denominan residuos de orígenes difusos.
- Plantas de tratamientos y otros residuos: los residuos sólidos y semisólidos de agua, aguas sucias e instalaciones de tratamiento de residuos industriales son llamados residuos de plantas de tratamientos. Los materiales resultantes de la incineración de residuos de maderas, carbón, coque y otros residuos son llamados cenizas y escoria (no incluye residuos de centrales térmicas). Están compuestos por materiales finos o polvorientos, cenizas, escorias de hulla, vidrios, cerámica y algunos metales.
- Industriales: La profesora Diana Cuesta<sup>10</sup> señaló que son residuos generados en los procesos de producción y por transformación de materias primas.
- Agrícolas: son residuos que proviene de actividades relacionadas con las actividades agrícolas.

**1.3.3 Peligrosidad.** El Decreto 2676 de 2000 “tiene por objeto reglamentar ambiental y sanitariamente, la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, generados por personas naturales o jurídicas”<sup>11</sup>. En el capítulo 3,

---

<sup>10</sup> CUESTA PARRA, Diana Marcela. Fundación Universidad de América. Bogotá, D.C, Colombia. 2017.  
<sup>11</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 2676. (22, diciembre, 2000). Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2000. no. 44275. p. 1-12.

artículo 5 se presenta la clasificación de residuos hospitalarios y similares según sus propiedades físicas y químicas.

#### **1.3.4 Residuos no peligrosos**

“Son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan ningún riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente”<sup>12</sup>.

- **Biodegradables:** son restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En estos restos vegetales, residuos alimenticios, papeles no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madero y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica.
- **Reciclables:** Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre éstos se encuentran: papel, plástico, chatarra, telas y radiografías.
- **Inertes:** Son aquellos que no permiten su descomposición, ni su transformación en materia prima y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo. Entre éstos se encuentran: el icopor, papel carbón y los plásticos.
- **Ordinarios o comunes:** Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos restos se producen en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías y en general en todos los sitios del establecimiento del generador.

**1.3.5 Residuos peligrosos.** Son aquellos residuos producidos por el generador con alguna de las siguientes características: infecciosas, combustibles, inflamables, explosivas, reactivas, radiactivas, volátiles, corrosivas y/o tóxicas, que pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente. Así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos<sup>13</sup>.

- **Residuos infecciosos o de riesgo biológico:** Son aquellos que contienen microorganismos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueden producir una enfermedad infecciosa en huéspedes susceptibles. Cualquier residuo hospitalario y similar que haya estado en contacto con residuos infecciosos o genere dudas en su clasificación, por posible exposición con residuos infecciosos, debe ser tratado como tal. Algunos residuos infecciones o de riesgo biológico se clasifican en:
  - **Biosanitarios:** Son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente tales como: gasas, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, mechas, guantes, bolsas

---

<sup>12</sup> Ibid., p. 5.

<sup>13</sup> Ibid., p. 5.

para transfusiones sanguíneas, catéteres, sondas, material de laboratorio como tubos capilares, de ensayo, láminas portaobjetos y laminillas cubreobjetos, sistemas cerrados y sellados de drenajes y ropas desechables o cualquier otro elemento desechable que la tecnología médica introduzca para los fines previstos en el presente numeral.

- Anatomopatológicos: Son aquellos provenientes de restos humanos, muestras para análisis, incluyendo biopsias, tejidos orgánicos amputados, partes y fluidos corporales, que se remueven durante cirugías, necropsias, u otros.
- Cortopunzantes: Son aquellos que por sus características punzantes o cortantes pueden originar un accidente percutáneo infeccioso. Dentro de éstos se encuentran: limas, lancetas, cuchillas, agujas, restos de ampolletas, pipetas, láminas de bisturí o vidrio y cualquier otro elemento que por sus características cortopunzantes pueda lesionar y ocasionar un accidente infeccioso.
- Animales: Son aquellos provenientes de animales de experimentación, inoculados con microorganismos patógenos y/o los provenientes de animales portadores de enfermedades infectocontagiosas, o cualquier elemento o sustancia que haya estado en contacto con éstos.
- Residuos químicos: “Son los restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con éstos, los cuales, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición pueden causar la muerte, lesiones graves o efectos adversos a la salud y al medio ambiente”<sup>14</sup>. Se clasifican en:
  - Fármacos parcialmente consumidos, vencidos y/o deteriorados: Son aquellos medicamentos vencidos, deteriorados y/o excedentes de las sustancias que han sido empleadas en cualquier tipo de procedimiento.
  - Citotóxicos: Son los excedentes de fármacos provenientes de tratamientos oncológicos y elementos utilizados en su aplicación tales como: jeringas, guantes, frascos, batas, bolsas de papel absorbente y demás material usado en la aplicación del fármaco.
  - Metales pesados: Son cualquier objeto, elemento o restos de éstos en desuso, contaminados o que contengan metales pesados como: Plomo, cromo, cadmio, antimonio, bario, níquel, estaño, vanadio, zinc, mercurio.
  - Reactivos: Son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente, colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente.
  - Contenedores Presurizados: Son los empaques presurizados de gases anestésicos, óxidos de etileno y otros que tengan esta presentación.
  - Aceites usados: Son aquellos con base mineral o sintética que se han convertido o tornado inadecuados para el uso asignado o previsto inicialmente.

---

<sup>14</sup> Ibid., p 6.

- Residuos radiactivos: “Son las sustancias emisoras de energía predecible y continúa en forma alfa, beta o de fotones, cuya interacción con la materia, puede dar lugar a la emisión de rayos x y neutrones”<sup>15</sup>.

## 1.4 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

La clasificación de residuos es una parte muy importante y para ello existen diversas maneras de hacerlo según las siguientes normas.

**1.4.1 NTC 1692.** La norma técnica Colombia 1692 de 2012<sup>16</sup> presenta una clasificación de residuos peligrosos según el riesgo que presenten. Algunas clases se subdividen en divisiones. Puede remitirse a la norma mencionada anteriormente si requiere ver las divisiones de cada clase.

Las clases se presentan a continuación:

- Clase 1: explosivos.
- Clase 2: gases.
- Clase 3: líquidos inflamables.
- Clase 4: sólidos inflamables; sustancia que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.
- Clase 5: sustancias comburentes y peróxidos orgánicos.
- Clase 6: sustancias tóxicas y sustancias infecciosas.
- Clase 7: material radioactivo.
- Clase 8: sustancias corrosivas.
- Clase 9: sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las sustancias peligrosas para el medio ambiente.

**1.4.2 Decreto 4741 de 2005.** El Decreto 4741 de 2005<sup>17</sup> contiene una clasificación que se divide en 3 anexos para clasificación de residuos o desechos peligrosos. A continuación se enuncia el título de cada anexo sin el listado de clasificación completo. Si requiere ver desglosado cada anexo puede dirigirse al decreto mencionado anteriormente.

- Anexo I: lista de residuos o desechos peligrosos por procesos o actividades.
- Anexo II: lista A de residuos o desechos peligrosos por corrientes de residuos.

<sup>15</sup> Ibid., p 6.

<sup>16</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Transporte De Mercancías Peligrosas, Clasificación, Marcado, Etiquetado Y Rotulado. NTC 1692. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2012. p. 4-5.

<sup>17</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 4741. (30, diciembre, 2005). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2005. no. 46137. p.15-29.

- A1: desechos metálicos o que contengan metales.
  - A2: desechos que contengan principalmente constituyentes inorgánicos, que puedan contener metales o materia orgánica.
  - A3: desechos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales y materia inorgánica.
  - A4: desechos que pueden contener constituyentes inorgánicos u orgánicos.
- Anexo III: características de peligrosidad de los residuos o desechos peligrosos. Este anexo presenta el CRETIB el cual es un código de identificación de residuos peligrosos.
    - Característica que hace un residuo o desecho peligroso por ser corrosivo.
    - Característica que hace un residuo o desecho peligroso por ser reactivo.
    - Característica que hace un residuo o desecho peligroso por ser explosivo.
    - Característica que hace un residuo o desecho peligroso por ser inflamable.
    - Característica que hace un residuo o desecho peligroso por ser infeccioso.
    - Característica que hace un residuo o desecho peligroso por ser radioactivo.
    - Característica que hace un residuo o desecho peligroso por ser tóxico.

## 1.5 PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN

Dentro de las estrategias que se plantean para la prevención y minimización de residuos o desechos peligrosos, se encuentra la reducción de la generación en la fuente por medio de la formulación de planes de gestión integrales de residuos.

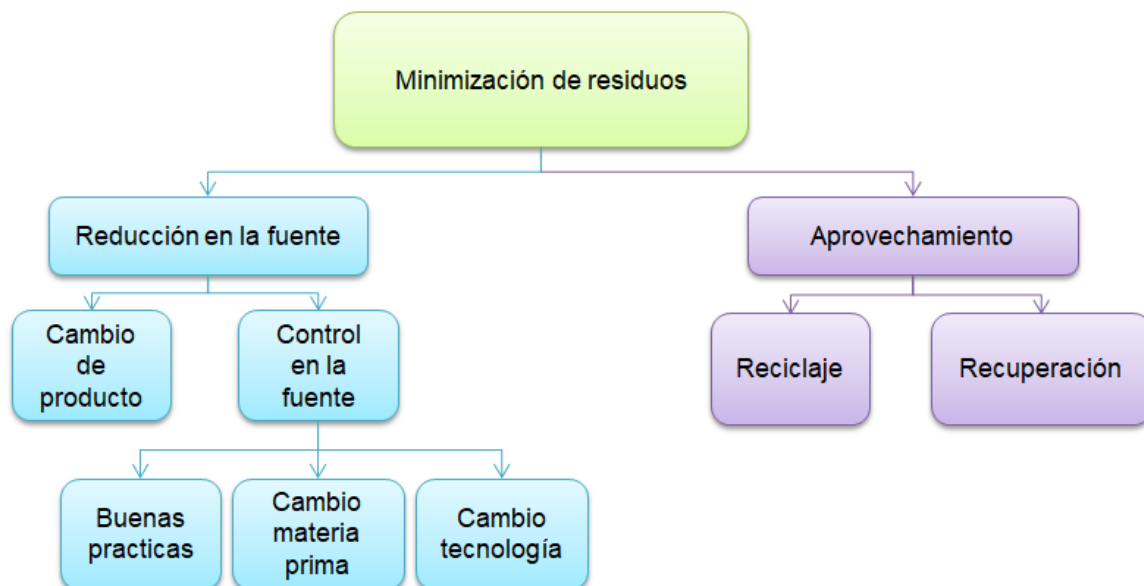
La prevención comprende estrategias orientadas a: lograr un máximo aprovechamiento en el consumo de materias primas, la sustitución de insumos peligrosos, la adopción de prácticas, procesos y tecnologías más limpias, entre otros. Por su parte, la minimización comprende la adopción de medidas organizativas y operativas que permiten disminuir, hasta niveles económicamente aceptables, la cantidad y peligrosidad de los residuos que precisa un tratamiento o disposición final. Es por esto que esta fase comprende la autogestión y será de vital importancia el cambio de actitud frente al tema por parte del generador<sup>18</sup>.

Para la minimización de residuos se debe hacer una reducción en la fuente y un aprovechamiento de los residuos.

---

<sup>18</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dirección de desarrollo sectorial sostenible. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Bogotá. 2005. P. 11.

Figura 4. Diagrama minimización de residuos.



Fuente: elaboración autoras.

## 1.6 ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

“El almacenamiento de residuos peligrosos deben planificarse principalmente de acuerdo a las incompatibilidades de las sustancias químicas presentes en cada residuo, de manera que sea seguro y evite al máximo cualquier incidente o accidente”<sup>19</sup>. La siguiente figura muestra las incompatibilidades del almacenamiento de sustancias peligrosas.

- Nota 1: Es necesario hacer una valoración del riesgo. Se permite el almacenamiento siempre que el riesgo evaluado no sea significativo.
- Nota 2: Sustancias inflamables a excepción de los líquidos, pueden ser almacenadas en áreas que contengan no más de 50 cilindros de gases comprimidos, de los cuales máximo 25 pueden contener gases inflamables o tóxicos. El área de gases comprimidos debe estar separada por una pared de al menos dos metros de alto elaborada en materiales incombustibles. Adicionalmente, la distancia entre las sustancias inflamables y los cilindros de gas debe ser de cinco metros como mínimo.
- Nota 3: A consideración. El almacenamiento de gases requiere condiciones especiales que deben evaluarse.
- Nota 4: Líquidos corrosivos en envases quebradizos no deben almacenarse junto con los líquidos inflamables, excepto que se encuentren separados por gabinetes de seguridad o cualquier medio efectivo para evitar el contacto en caso de incidente.
- Nota 5: Sustancias que no reaccionen entre sí en el caso de un incidente pueden almacenarse juntas. Esto se puede lograr por medio de separaciones físicas, gran distancia entre ellas o utilizando gabinetes de seguridad.

<sup>19</sup> THE MARK CHEMICAL DATA BASE. ChemDat. Almacenamiento seguro de sustancias peligrosas.



- Nota 6: Las sustancias de la clase 9 (sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las sustancias peligrosas para el medio ambiente) que inicien, propaguen o difundan el fuego con rapidez no deben almacenarse al lado de sustancias tóxicas o líquidos inflamables.<sup>20</sup>

Figura 5. Matriz guía de almacenamiento químico

**Convenciones**

- Pueden almacenarse juntos. Verificar reactividad individual utilizando la MSDS.
- Precaución, posibles restricciones. Revisar incompatibilidades individuales utilizando la MSDS, pueden ser incompatibles o pueden requerirse condiciones específicas.
- Se requiere almacenar por separado. Son incompatibles.

Fuente: CISTEMA-ARP SURA. Matriz guía de almacenamiento químico. Disponible en: [https://www.arlsura.com/files/almacenamiento\\_sustancias\\_quimicas.pdf](https://www.arlsura.com/files/almacenamiento_sustancias_quimicas.pdf)

Figura 6. Matriz guía de almacenamiento químico<sup>21</sup>

CLASE UN																					
1. EXPLOSIVOS																					1
2. GASES	3	2							1											2	3
AEROSOLES	3	1			1	1															
3. LÍQUIDOS INFLAMABLES	6	4			1	1															
4.1 SÓLIDOS INFLAMABLES / EXPLOSIVOS INSENSIBILIZADOS	1	1									1	1	1	1							
SÓLIDOS INFLAMABLES Y DE REACCIÓN ESPONTÁNEA	1				5						5	5									
4.2 SUSTANCIAS QUE PUEDEN EXPERIMENTAR COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA	1	5			5						5										
4.3 SUSTANCIAS QUE DESPRENDEN GASES INFLAMABLES CON EL AGUA	1	5			5																
5.1 SUSTANCIAS COMBURENTES	1																				
5.2 PERÓXIDOS ORGÁNICOS	1																				
6.1 SUSTANCIAS TÓXICAS CON EFECTOS AGUDOS	6																				
6.1 SUSTANCIAS TÓXICAS CON EFECTOS CRÓNICOS	6																				
6.2 SUSTANCIAS INFECCIOSAS																					
7. SUSTANCIAS RADIATIVAS																					
8. SUSTANCIAS CORROSIVAS																					
9. SUSTANCIAS Y OBJETOS PELIGROSOS VARIOS, INCLUIDAS LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS PARA EL MEDIO AMBIENTE																					

Fuente: CISTEMA-ARP SURA. Matriz guía de almacenamiento químico. Disponible en: [https://www.arlsura.com/files/almacenamiento\\_sustancias\\_quimicas.pdf](https://www.arlsura.com/files/almacenamiento_sustancias_quimicas.pdf)

<sup>20</sup> COLOMBIA. CISTEMA-ARP SURA. Centro de Información de Sustancias químicas, Emergencias y Medio Ambiente-Cistema. [en línea]. Bogotá D.C., 2011. p. 6.

<sup>21</sup> COLOMBIA. CISTEMA-ARP SURA. Matriz guía de almacenamiento químico. [en línea]. Bogotá D.C., 2011. Disponible en: [https://www.arlsura.com/files/almacenamiento\\_sustancias\\_quimicas.pdf](https://www.arlsura.com/files/almacenamiento_sustancias_quimicas.pdf)

## 1.7 APROVECHAMIENTO Y VALORACIÓN

El capítulo VII del Decreto 1713 de 2002 menciona el sistema de aprovechamiento de residuos sólidos. Se consideran los artículos 67 y 72 como los incisos más relevantes en términos de manejo directo de los residuos para su aprovechamiento.

- Artículo 67: “Propósitos de la recuperación y aprovechamiento. La recuperación y aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos sólidos tiene como propósitos fundamentales”<sup>22</sup>:
  - Racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los recursos naturales.
  - Recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en los diferentes procesos productivos.
  - Reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente en forma adecuada.
  - Disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final.
  - Garantizar la participación de los recicladores y del sector solidario, en las actividades de recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorar sus condiciones de vida.
  
- Artículo 72: “Características de los residuos sólidos para el aprovechamiento. En las actividades de aprovechamiento, los residuos deben cumplir por lo menos con los siguientes criterios básicos y requerimientos, para que los métodos de aprovechamiento se realicen en forma óptima”<sup>23</sup>:
  - Para la reutilización y reciclaje los residuos sólidos deben estar limpios y debidamente separados por tipo de material.
  - Para el compostaje y lombricultura no deben estar contaminados con residuos peligrosos, metales pesados, ni bifenilos policlorados.
  - Para la generación de energía, valorar parámetro tales como, composición química, capacidad calorífica y contenido de humedad, entre otros.

## 1.8 TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

Prevenir y minimizar los residuos constituye el nivel de gestión requerido por la legislación nacional que se aplica a los RESPEL, ya que reduce ostensiblemente la presión sobre instalaciones de tratamiento y disposición final, disminuye gastos

---

<sup>22</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 1713. (07, agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. no. 44893. p. 42.

<sup>23</sup> Ibid., p. 44.

y ahorra recursos. Sin embargo, cuando no es posible evitar o minimizar dichos residuos, se hace necesario recurrir a opciones de tratamiento y disposición final<sup>24</sup>.

Existen diversos tipos de tratamientos y una disposición final en caso de que no sea posible la implementación de los tratamientos. A continuación se presentan unos cuadros con alternativas de clasificación, tratamiento y disposición de residuos peligrosos.

**1.8.1 Tratamientos físicos**<sup>25</sup> “es comúnmente la primera etapa de tratamiento”.

Cuadro 1. Tratamientos físicos.

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
SEPARACIÓN MANUAL	Elimina residuos seleccionados mediante inspección visual
CRIBADO Y TAMIZADO	Elimina el material grueso
SEDIMENTACIÓN	Asienta los sólidos para separarlos del líquido
DECANTACIÓN	Elimina el contenido de agua
CENTRIFUGACIÓN	Elimina el contenido de agua
AUTOCLAVE	Esteriliza los residuos mediante calor y presión
FILTRACIÓN	Separa mezclas heterogéneas de sólidos y líquidos
ABSORCIÓN	Adhiere contaminantes sobre superficies controladas
LAVADO DEL SUELO	Extrae contaminantes solubles
SECADO DEL LODO	Elimina líquidos retenidos en los lodos

Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible/Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial OCADE. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/gestion\\_integral\\_respel\\_bases\\_conceptuales.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf)

**1.8.2 Tratamientos químicos**<sup>26</sup> “transformación del residuo mediante la adición de compuestos químicos. Se hace principalmente para intentar disminuir o eliminar la peligrosidad de los residuos”.

<sup>24</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible/Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial OCADE. Gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bases conceptuales. [Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/gestion\\_integral\\_respel\\_bases\\_conceptuales.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf)]. Bogotá D.C., 2007. p. 102.

<sup>25</sup> Ibid., p. 103.

<sup>26</sup> Ibid., p. 104.

Cuadro 2. Tratamientos químicos

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
REDUCCIÓN Y OXIDACIÓN QUÍMICA	Utiliza agentes oxidantes y reductores para transformar los componentes
NEUTRALIZACIÓN	Neutraliza el pH
PRECIPITACIÓN	Separa los componentes peligrosos de la solución
DECLORACIÓN	Elimina el cloro de los materiales orgánicos
HIDRÓLISIS	Separa los componentes añadiendo agua
ELECTROLISIS	Separa los compuestos químicos mediante descarga eléctrica

Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible/Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial OCADE. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/gestion\\_integral\\_respel\\_bas\\_es\\_conceptuales.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bas_es_conceptuales.pdf)

**1.8.3 Tratamientos físico-químicos**<sup>27</sup> “se modifican las propiedades físicas y químicas del residuo involucrando procesos físicos y químicos de manera simultánea”.

---

<sup>27</sup> Ibid., p. 105.

Cuadro 3. Tratamientos físico-químicos

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
EXTRACCIÓN DE SOLVENTES SEPARACIÓN DE LA MEMBRANA - SEMIPERMEABLES	Utiliza un solvente inmiscible para disolver material orgánico en la solución acuosa
FLOCULACIÓN Y COAGULACIÓN	Agrega componentes puros
"STRIPPING" / DESORCIÓN	Separa los componentes volátiles del líquido, sometiéndolos a una corriente de gas
LIXIVIACIÓN	Elimina los componentes solubles del material sólido
LIMPIEZA	Elimina los componentes de la corriente de gas o líquida, por contacto con el líquido/mezcla o polvos de limpieza
IRRADIACIÓN DE UVA/ OZONÓLISIS	Separa los componentes peligrosos mediante ozono/energía
INTERCAMBIO DE IONES	Intercambio con especies iónicas disueltas mediante el contacto con resina

Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible/Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial OCADE. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/gestion\\_integral\\_res\\_pel\\_bases\\_conceptuales.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_res_pel_bases_conceptuales.pdf)

**1.8.4 Tratamientos térmicos**<sup>28</sup> “se emplean altas temperaturas como principal mecanismo de destrucción del contaminante, eliminación o reducción sustancial de la peligrosidad involucrando reacción química”.

<sup>28</sup>

Ibid., p. 109.

Cuadro 4. Tratamientos térmicos

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
INCINERACIÓN	Combustión completa utilizando el oxígeno excedente
CO-PROCESAMIENTO	Utilización de la misma unidad de producción de clinker para la combustión de residuos
PIROLISIS	Descomposición térmica en ausencia total de oxígeno
GASIFICACIÓN	Combustión incompleta en ausencia parcial de oxígeno
ARCO DE PLASMA	Volatilización y posterior combustión del residuo por contacto con un gas energizado. La tecnología es aplicable a residuos orgánicos líquidos finamente divididos y puede ser utilizada para residuos con alto contenido de cloro, pesticidas, PCB, dioxinas y furanos
OXIDACIÓN EN SAL FUNDIDA	Oxidación sin llama, desarrollada a temperaturas entre 1500°C y 2000°C, donde las sustancias orgánicas son oxidadas por el oxígeno en una cámara de reacción donde se encuentra una sal alcalina fundida

Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible/Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial OCADE. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/gestion\\_integral\\_res\\_pel\\_bases\\_conceptuales.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_res_pel_bases_conceptuales.pdf)

**1.8.5 Desactivación de alta eficiencia**<sup>29</sup> “La desactivación de alta eficiencia es un método empleado para el control de residuos infecciosos y contaminados de microorganismos que puedan ser perjudiciales para los humanos.”

<sup>29</sup> QUINTERO CARRASCAL, Jairo. Guía para el manejo integral de los residuos hospitalarios y similares. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/manuales/PGIRH%20MinAmbiente.pdf>. Colombia: Cartagena, Universidad de San Buenaventura de Cartagena, 2009. p. 34.

Cuadro 5. Desactivación de residuos de alta eficiencia

DESACTIVACION DE ALTA EFICIENCIA	
<b>Autoclave de calor húmedo</b>	El vapor saturado actúa como transportador de energía y su poder calórico penetra en los residuos causando la destrucción de los microorganismos patógenos.
<b>Autoclave de calor seco</b>	Este proceso utiliza temperaturas de 180 °C, en tiempo de hasta 2 horas, que aseguran la eliminación de microorganismos patógenos, aquí no se pueden desinfectar residuos que se quemen, volatilicen o licuen.
<b>Radiación</b>	Exposición de residuos a una fracción del espectro electromagnético, como el ultravioleta, y rayos gamma.
<b>Microondas</b>	Destruye microorganismo por el aumento de temperatura dentro de la masa de residuos.
<b>Gases</b>	Es posible la utilización de gases desinfectantes para la desactivación de residuos, el cual requiere de equipos y procedimientos especiales.
<b>Equipos de arco voltaico</b>	Ciertos residuos corto punzantes como las agujas pueden ser destruidas por este método.
<b>Incandescencia</b>	El residuo es introducido en cámara sellada que contiene gas inerte para que no haya ignición de los residuos, una corriente eléctrica pasa a través de ellos rompiendo las membranas moleculares creando un ambiente plasmático.

Fuente: QUINTERO CARRASCAL, Jairo. Guía para el manejo integral de los residuos hospitalarios y similares. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/manuales/PGIRH%20MinAmbiente.pdf>

**1.8.6 Desactivación de baja eficiencia**<sup>30</sup> “La desactivación de baja eficiencia es un método empleado para el control de residuos con baja carga contaminante de microorganismos y patógenos que representan un menor riesgo de infección para los humanos”.

<sup>30</sup> Ibid., p. 34.

Cuadro 6. Desactivación de residuos de baja eficiencia

DESACTIVACION DE BAJA EFICIENCIA	
<b>Desactivación Química</b>	<p>Este proceso se da mediante el uso de germicidas tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Amonio Cuaternario.</li> <li>✓ Glutaraldehido</li> <li>✓ Yodoformas, o Yodopovidona</li> <li>✓ Formaldehído: puede ser utilizado a una concentración de gas en el agua de 370 gr./litro.</li> <li>✓ Peroxido de Hidrógeno: se usa al 20 a 30%, se deja actuar no menos de 20 minutos para desactivar los residuos.</li> <li>✓ Hipoclorito de Sodio y Calcio: solución acuosa en concentraciones no menores de 5000 ppm, en residuos que serán incinerados no debe ser utilizado por la emanación de Dioxina y Furanos.</li> </ul> <p>Son aplicables a materiales sólidos y compactos que requieran desinfección de superficies como los cortopunzantes, material plástico o metálico desechable utilizado en procedimientos de tipo invasivo. En condiciones que no causen afectaciones negativas al medio ambiente y la salud humana.</p>

Fuente: QUINTERO CARRASCAL, Jairo. Guía para el manejo integral de los residuos hospitalarios y similares. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/m anuales/PGIRH%20MinAmbiente.pdf>

**1.8.7 Disposición final**<sup>31</sup> “es el confinamiento de los residuos en rellenos de seguridad. Consiste en una o varias celdas para la disposición de los residuos. Para ser considerada como un relleno de seguridad, la obra debe contar como mínimo con los siguientes elementos”.

- Sistema de impermeabilización de base y taludes de doble barrera.
- Sistema de captación, conducción y tratamiento de lixiviados.
- Sistema de detección de pérdidas.
- Sistema de captación, conducción y manejo de gases.

En el cuadro 7 se presenta un resumen general de residuos más comunes, su tratamiento y técnica de disposición final para cada uno de ellos.

<sup>31</sup> Ibid., p. 35.



Cuadro 7. Clasificación, tratamiento y disposición de residuos peligrosos

RESIDUOS PELIGROSOS		
Residuo	Tratamiento	Técnica de disposición final
<b>Residuos Infecciosos:</b> ✓ Medios de cultivo. ✓ Mezclas de microorganismos. ✓ Cultivos. ✓ Sangre, Líquidos corporales. ✓ Vacunas vencidas. ✓ Algodones, gasas, Tapa bocas, guantes.	Inactivación por autoclave.	Incineración.
<b>Residuos químicos:</b> ✓ Restos de sustancias químicas. ✓ Empaques.	Desactivación química	Relleno sanitario o seguridad
<b>Residuos mercuriales de Termómetros:</b>	Introducido en glicerina, o solución de permanganato al 2%.	Relleno sanitario o seguridad
<b>Corto punzante:</b> ✓ Agujas, Lancetas, Hojas de bisturís. ✓ Vidrios rotos.	Inactivación química	Incineración.

Fuente: QUINTERO CARRASCAL, Jairo. Guía para el manejo integral de los residuos hospitalarios y similares. Disponible en:

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/manuales/PGIRH%20MinAmbiente.pdf>

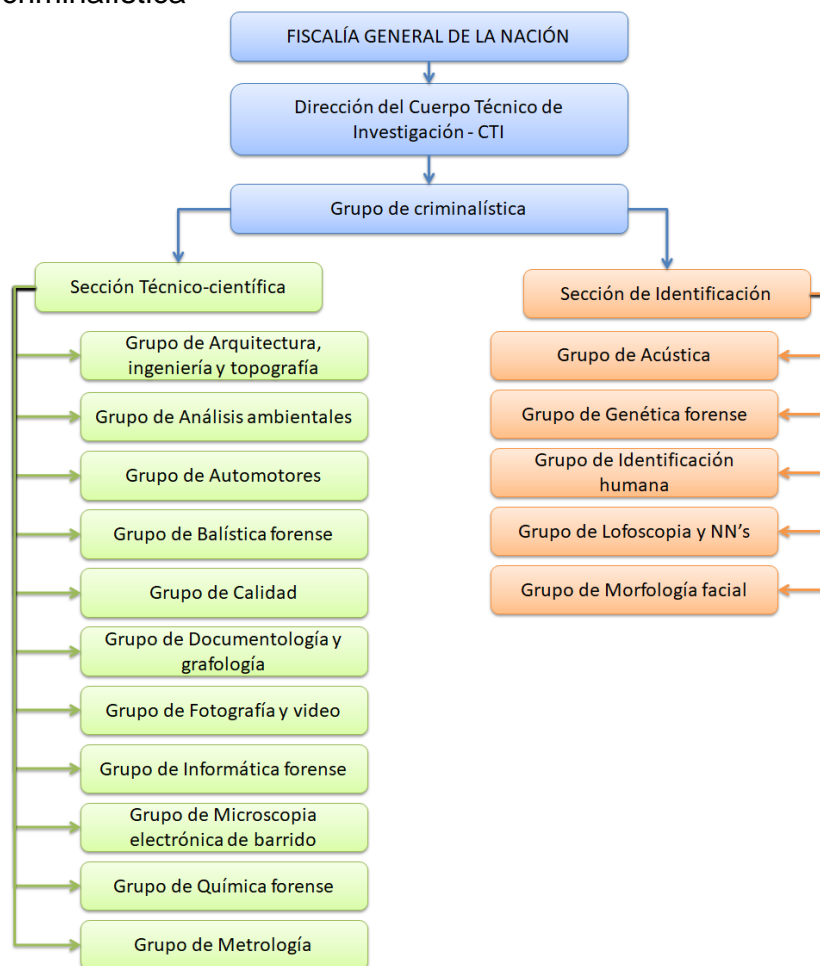
El presente trabajo se centrará únicamente en la dirección del Cuerpo Técnico de Investigaciones (CTI) departamento de criminalística de la Fiscalía General de la Nación.

## 2. DIAGNÓSTICO

### 2.1 DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA

Dentro del Cuerpo Técnico de Investigación (CTI) se encuentra el departamento de criminalística en el cual “se determinan aspectos como el fundamento técnico-científico de los análisis efectuados como de sus resultados y los procedimientos realizados en cada una de las áreas de la Criminalística”<sup>32</sup>. Este grupo está conformado por dos secciones principales que son la sección técnico-científica y la sección de identificación y cada sección se encuentra dividida en grupos enfocados a diversas áreas de la ciencia e investigación.

Figura 7. Diagrama estructural del departamento de criminalística



Fuente: elaboración propia

<sup>32</sup> FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Manual único de criminalística. [En línea]. Bogotá D.C., Colombia. p. 4.

**2.1.1 Materiales e insumos.** En el área administrativa todos los grupos tienen el mismo tipo de materiales e insumos como papel, cartón, computadores, impresoras, etc. Pero es en el área de análisis o laboratorio donde los materiales e insumos cambian dependiendo las actividades y necesidades que se ajusten a cada uno de ellos.

En todos los grupos se encuentran los mismos materiales e insumos como productos y equipos de oficina, cafetería y en algunos productos de aseo. En cuadro 8 se encuentran los materiales e insumos que se pueden encontrar en todos los grupos.

Cuadro 8. Resumen de materiales e insumos grupos de criminalística.

Materiales e insumos				
Oficina	Bolsas con cierre hermético	Cafetería	Azúcar en sobre	
	Cartuchos de impresora		Botellones de agua	
	Cinta		Canecas de basura	
	Elementos de protección personal (EPP)		Cartón	
	Esferos		Pitillos	
	Papel de impresión		Plásticos	
	Papel de plotter		Toallas de limpieza	
	Papel de sticker		Vasos de icopor	
	Pilas/baterías		Aseo	Jabón de manos
	Sobres de papel			Papel higiénico
	Equipos	Cámaras		
Computadores				
Escáner				
Grabadoras				
Impresoras				
Impresoras de cd, dvd				
Impresoras de sticker				
Micrófonos				
Portátiles				
Televisores				
Trituradora de papel				
Video beam				

Fuente: elaboración propia, con base en: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN

De todos los grupos de criminalística algunos no cuentan con laboratorio, los cuales son el grupo de acústica, arquitectura, ingeniería y topografía, automotores, calidad, documentología y grafología, fotografía y video e informática forense; los demás grupos cuentan con laboratorio o un área de análisis para el desarrollo de

sus actividades. En el cuadro 9 se encuentran los materiales de laboratorio y todos los equipos con los que cuentan en el departamento de criminalística.

Cuadro 9. Resumen de materiales e insumos grupos de criminalística.

Materiales e insumos		
Materiales de laboratorio	Equipos de laboratorio	
Algodón	Analizadores genéticos	Hornos/estufas
Canecas para residuos biológicos	Autoclave	Humidificador
Canecas para residuos químicos	Balanzas	Impresoras
Elementos de protección personal (EPP)	Bombas	Lavadoras
Filtros	Cabinas de bioseguridad	Macroscópios de comparación
Frascos para reactivos de plástico	Cabinas de extracción de gases	Neveras
Frascos para reactivos de vidrio	Cámaras ultravioletas	pH metro
Gasas	Centrífugas	Pulverizadores
Guardianes de plásticos	Computadores	QiaCUBE
Herramientas de corte	Computadores para reconstrucción facial	Secadoras
Herramientas de golpe	Cromatógrafos de gases	Serofuga
Hisopos	Cromatógrafos de HPLC	Sonómetros
Instrumentos de metal	Cromatógrafos de masas	Termocicladores
Instrumentos de plásticos	Destiladores	Videocomparadores
Instrumentos de vidrio	Dinamómetros	Incubadoras
Jeringas	Equipo de fluorescencia	Cromatógrafo iónico
Pinceles/brochas	Escáner	Generadores de oxígeno
Sustancias químicas	Escáner 3D	Analizador directo de mercurio
Tapetes atrapa partículas	Espectrofotómetro uv/vis	Molino
Toallas de papel (limpieza)	Espectrofotómetros	Chiller
Vaselina	Espectrofotómetros de infrarrojo	
Viales de vidrio	Estereomicroscopio	

Fuente: elaboración propia, con base en: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN

En el anexo A y B se encontrará desglosado lo resumido en los cuadros 8 y 9 por sección y por grupo, en las cuales se puede observar los materiales, insumos y equipos con los que cuenta cada grupo que conforman el departamento de criminalística.

De los cuadros anteriores y las que se encuentran en el anexo A y B se concluye que:

- Todos los grupos emplean los mismos elementos y equipos de oficina a excepción de la impresora y papel de sticker, papel de plotter y pilas/baterías.
- El grupo de calidad, acústica, fotografía y video, lofoscopia, microscopia electrónica de barrido, morfología e informática forense son los únicos que cuentan con baños, por eso, son estos los que cuentan con elementos de aseo en los listados del anexo A y B.
- Menos del 50% del total de los grupos manejan los mismos elementos de laboratorio.
- Cada grupo tiene sus propios equipos para sus análisis predeterminados.

**2.1.2 Descripción del proceso general.** Todos los grupos siguen el proceso general descrito en la figura 8 cuando un oficio/caso y/o evidencia es entregado en el laboratorio donde se considera pertinente el estudio del mismo.

El oficio/caso y/o evidencia llegan al grupo asignado para encargarse de ese trabajo y es recibido en el área administrativa o secretaria como también es conocido; aquí es donde se revisa el oficio junto con documentos y elementos que contenga el paquete y una vez revisado todo se asigna una orden de trabajo la cual queda registrada en la base de datos de cada grupo. Luego se remite a coordinación donde se asigna el oficio a un perito investigador quien será el responsable de llevar a cabo el caso. El perito investigador revisa nuevamente toda la documentación y los elementos que le fueron entregados y se dirige al área de análisis o área de laboratorio donde ejecutan el procedimiento respectivo.

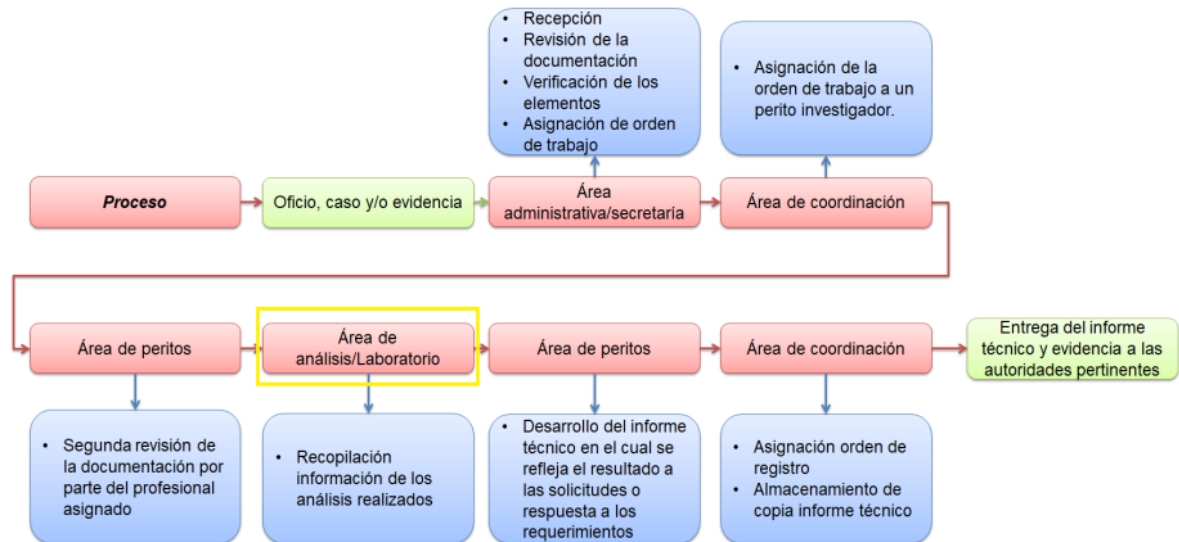
Una vez el perito investigador ha terminado los análisis elabora el informe técnico dando respuesta a los requerimientos solicitados en el oficio/caso y es enviado a coordinación para revisión, aceptación y asignación de orden de registro para ser entregado junto a la evidencia a las autoridades pertinentes. En casi todos los grupos (sino que es en todos) se realiza una copia del informe técnico, esto lo hacen con el fin de tener una copia en el almacén de archivo por si es requerido en un futuro por alguna circunstancia en especial.

Estos documentos son guardados y archivados dependiendo el tipo de documentación e información que se esté manejando. Estos tiempos pueden variar entre uno a diez años en archivo de gestión y de diez a treinta años en el archivo central para ser guardado. Posterior al cumplimiento del tiempo establecido en el archivo central de acuerdo al tipo de documentación, se digitaliza

la información. Dependiendo la importancia de la información, este se conserva en su totalidad ya sea en archivo de gestión o en el archivo central<sup>33</sup>.

Para la realización de los análisis que lleva a cabo cada grupo los peritos investigadores utilizan elementos de protección personal (EPP); algunos laboratorios son más exigentes y rigurosos con el uso de estos elementos.

Figura 8. Diagrama descriptivo del proceso general administrativo del departamento de criminalística.



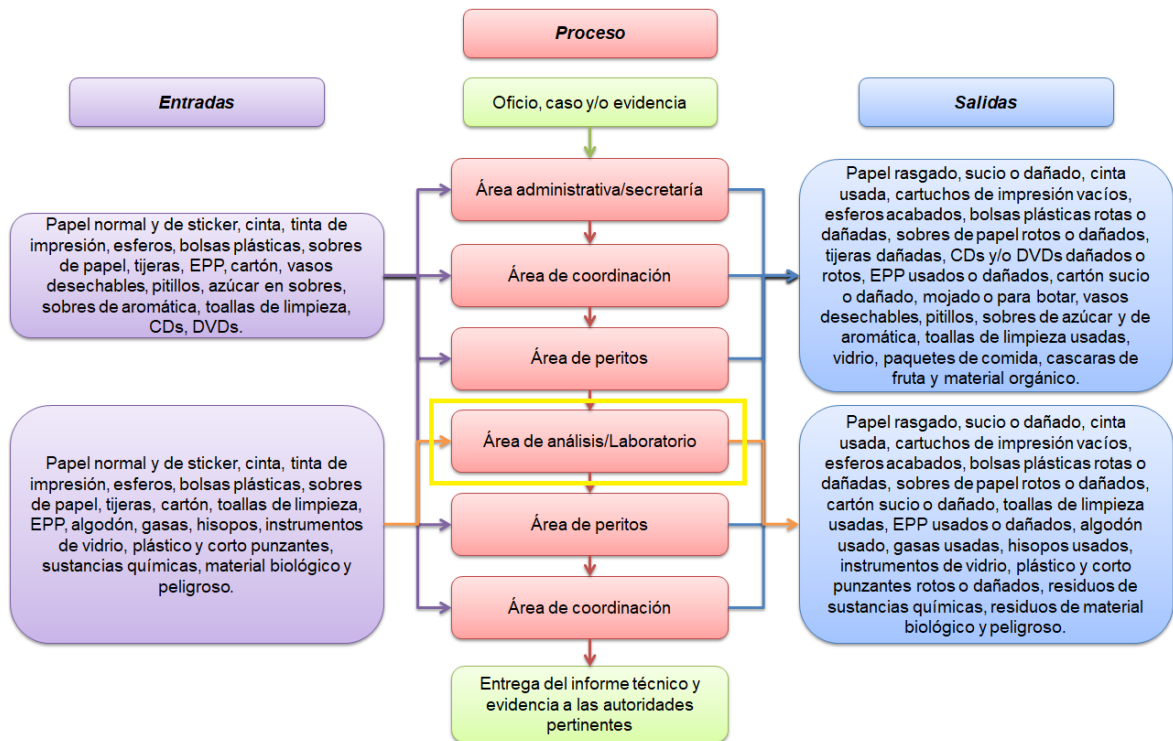
Fuente: elaboración propia.

El recuadro encerrado de color amarillo en la figura 8 indica que los análisis que se desarrollan en el área de análisis o zona de laboratorios varían dependiendo el grupo al cual fue dirigido la orden del juez con el oficio/caso y/o evidencia. Para cada grupo de cada sección del departamento de criminalística se hará el desglose de los análisis que son desarrollados en cada uno de ellos.

En la figura 9 se muestra de manera global las entradas y salidas de materiales y residuos que se pueden encontrar en el proceso general administrativo y en el área de análisis de los grupos de criminalística.

<sup>33</sup> Tabla de retención documental. Archivo General de la Nación. [En línea]. Disponible en: [http://www.archivogeneral.gov.co/sites/default/files/Estructura\\_Web/3\\_Transparencia/10.6%20tablas%20de%20retencion/Trdjunio\\_2016.pdf](http://www.archivogeneral.gov.co/sites/default/files/Estructura_Web/3_Transparencia/10.6%20tablas%20de%20retencion/Trdjunio_2016.pdf)

Figura 9. Diagrama descriptivo del proceso general administrativo y generación de residuos del departamento de criminalística.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3 Sección Técnico-científica.** En esta sección se reportan casos de minuciosa investigación. En caso de ser requerido, los peritos investigadores realizan labores de campo donde se enfocan a la toma de muestra preservando las características originales del material probatorio y de evidencias físicas, desde el momento de la recolección hasta la disposición de los mismos. En caso contrario, a los laboratorios de cada grupo que conforman esta sección llegan las evidencias y los peritos inician con los procedimientos y análisis pertinentes dependiendo las necesidades requeridas en cada caso en concreto. Por supuesto, todos los casos, oficios y/o evidencias que son remitidas a los grupos son registrados, documentados y asignados a los profesionales los cuales se encargaran de realizar el trabajo<sup>34</sup>.

En esta sección en su mayoría se generan residuos no peligrosos con alto potencial de reciclaje como papel, plástico, cartón, vidrio, RAEE y cartuchos de tintas a excepción de residuos ordinarios e inertes y residuos de riesgos químicos y peligrosos, los cuales no son reciclables.

Esta sección está conformada por los siguientes grupos investigativos.

<sup>34</sup> Ibid., p. 9.

**2.1.3.1 Análisis ambientales.** En este grupo se desarrollan actividades relacionadas con el análisis y estudio cuantitativo y cualitativo de muestras sólidas (suelos y lodos) y/o líquidas según lineamientos ambientales requeridos por las autoridades ambientales o por clientes externos que solicitan el servicio del grupo de análisis ambientales.

El procedimiento que se desarrolla en este grupo es el siguiente:

La muestra se entrega a recepción en donde se realiza el registro de la misma junto con toda la documentación que se encuentra adjunta a la muestra. Posterior se asigna un perito investigador quien será el encargado de realizar las pruebas que se solicitan. Una vez asignado el perito este, dependiendo el tipo de muestra, realiza un trabajo previo; en caso de ser una muestra sólida, esta se seca, se muele y se procede a realizar los análisis correspondientes, en caso de ser una muestra líquida, directamente se procede a los análisis. Dentro de este grupo se desarrollan dos tipos de análisis, el fisicoquímico y el instrumental, los cuales, dependiendo lo requerido en el oficio se realiza uno de los dos análisis o ambos.

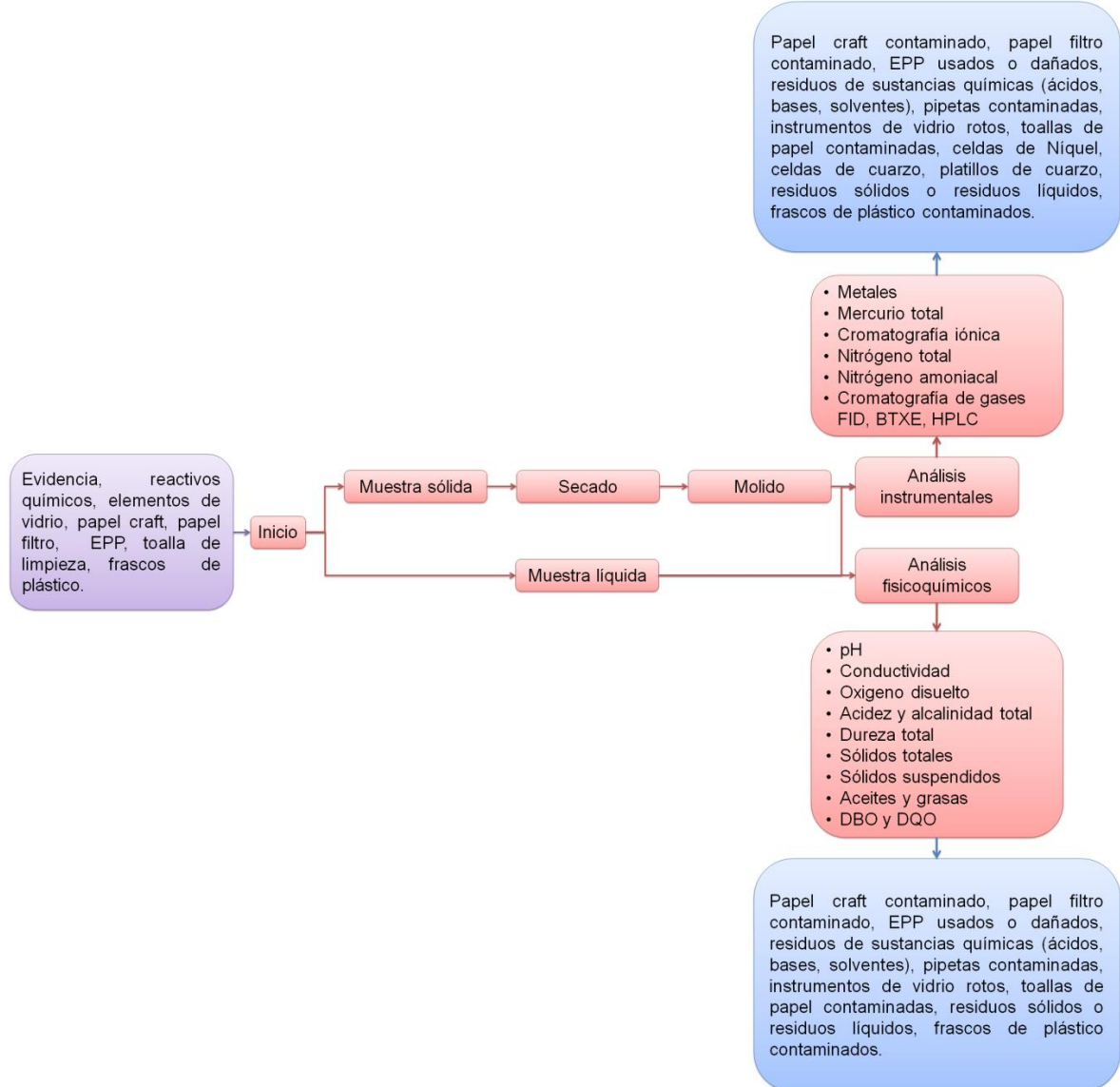
Una vez el perito ha realizado un previo trabajo o no con la muestra, se procede a realizar los análisis, en el caso de análisis fisicoquímico se pueden hacer ensayos en acidez, alcalinidad, dureza, sólidos, aceite y grasas, DBO y DQO, por la parte de análisis instrumental se pueden hacer ensayos de metales pesados, mercurio, cromatografía (iónica, gases, HPLC, BTEX), Nitrógeno. Una vez obtenido los resultados dependiendo lo requerido para la muestra se procede a realizar el respectivo informe y entrega a quien corresponda. Los residuos de las muestras analizadas son almacenados si son sólidos en bidones por tiempo determinado de acuerdo a las características que posee o dispuesto como residuo peligroso, en el caso de los residuos líquidos estos son directamente residuos peligrosos y son almacenados en bidones los cuales no permanecen más de 10 días en el cuarto de residuos.

En este grupo se generan residuos no peligrosos además de residuos de reactivos de ácidos, bases, solvente, hexanos, mercurio, metales pesados, frascos de plástico contaminando de manera recurrente y celdas de Ni, Cuarzo y platillos de cuarzo de manera esporádica.

En la figura 10 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de análisis ambientales.



Figura 10. Diagrama descriptivo del grupo de análisis ambientales.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.2 Arquitectura, ingeniería y topografía.** “Este grupo ubicado en la sede de Paloquemao se encarga de orientar las líneas investigativas y aportar las pruebas técnicas que se lleve a cabo la sanción penal a los inculpados referidos a delitos contra la administración pública, el patrimonio económico, el orden económico social y contra la seguridad pública, y en cualquier otro delito en el que se requiera una prueba técnica en esta área”<sup>35</sup>.

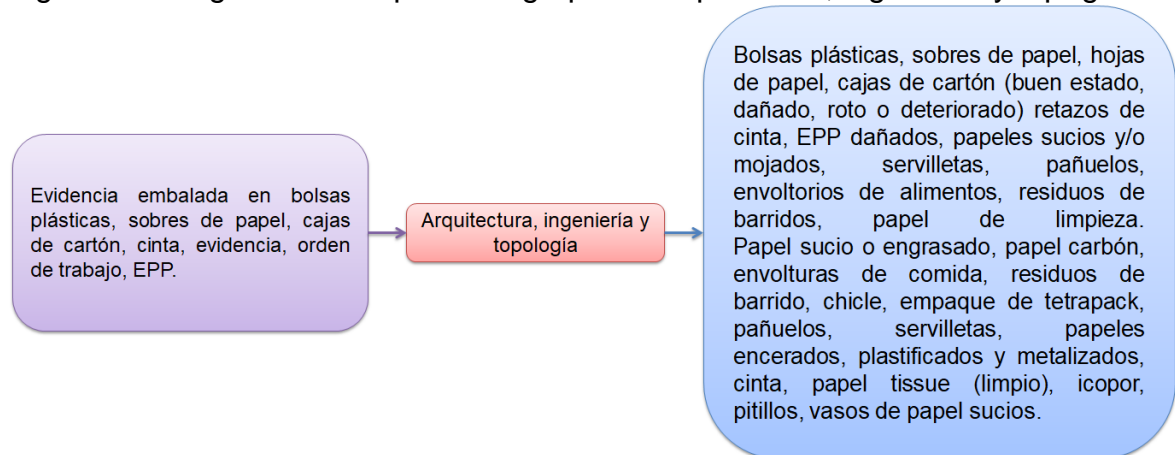
En la figura 11 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de arquitectura, ingeniería y topografía.

<sup>35</sup> Ibid., p. 36-42.

Los análisis que realizan en este grupo son en el ámbito de:

- Comparación de costos y cantidades empleadas entre obras civiles realizadas o ejecutadas y contratadas y pagadas.
- Si la obra civil fue presentada, desarrollada y aprobada por las curadurías o autoridades similares.
- Si el proceso de licitación fue en igualdad de oportunidades y con el correcto cumplimiento de la ley.
- Precisan los daños de un inmueble y/o mejoras de una obra civil y cuantifican las cantidades y costos de los mismos.
- Verificación por incumplimiento de correctas técnicas de mano de obra o normas y/o reglamentaciones de un inmueble.
- Estimación de costos de un predio urbano o rural teniendo como influencia la economía actual y otros varios factores como los sociales, legales, etc.

Figura 11. Diagrama descriptivo del grupo de arquitectura, ingeniería y topografía.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.3 Automotores.** Se desarrollan actividades como la identificación de vehículos, identificación de automotores mediante el número de bastidor del vehículo, entre otros; éste permite saber datos como fabricante, número de serie individual, tipo y en muchos casos, el año de modelo del vehículo. Por lo general, la toma de muestras se realiza en campo<sup>36</sup>. Este grupo se encuentra en la sede de Paloquemao.

El procedimiento que se desarrolla en este grupo es el siguiente:

El perito investigador se moviliza al sitio donde se encuentra el vehículo y lo ubica, segundo, se identifican las características físicas del vehículo en cuestión (modelo, color, estado, etc.), tercero, se realiza una limpieza de la zona donde se va a

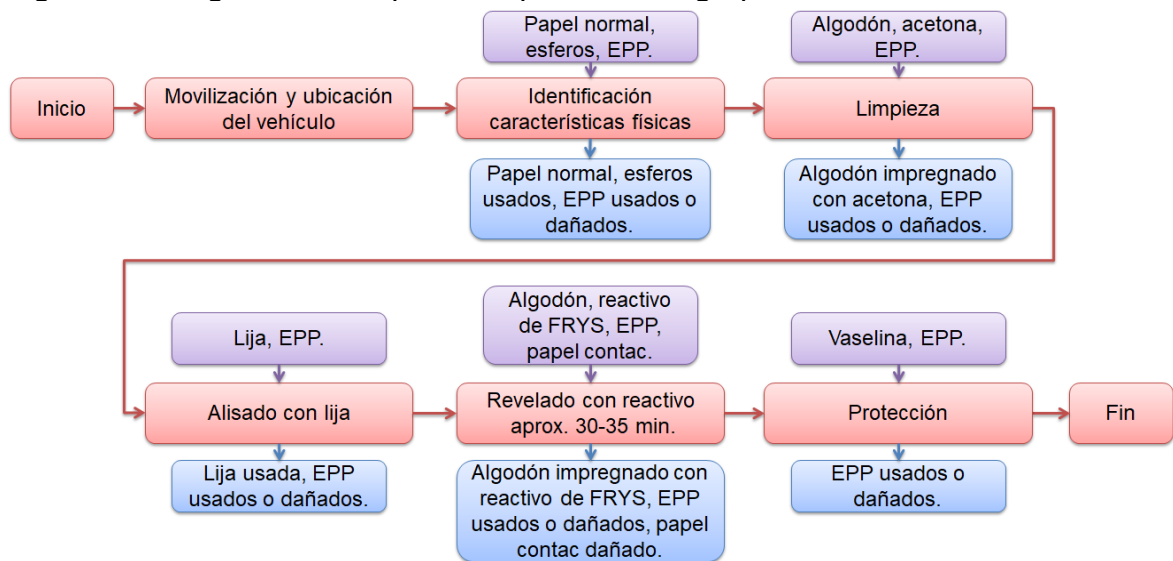
<sup>36</sup> Ibid., p. 43-48.

realizar el revelado del número de serie del vehículo y posterior se alisa y empareja la superficie con una lija para eliminar corrugaciones y deformaciones que puedan alterar la identificación, cuarto, con un algodón impregnado del reactivo de FRYs (ácido clorhídrico, cloruro cúprico, agua destilada) se coloca sobre la superficie ya limpia y lijada por un periodo de tiempo entre 30-35 minutos aproximadamente. Pasado este tiempo el perito investigador como paso final realiza un registro fotográfico del revelado de manera rápida debido a que la floración es muy rápida y de manera desigual, es decir, el revelado es por partes, para finalizar, se realizan una impronta con papel contac de número revelado y se aplica vaselina o algún tipo de grasa para proteger la superficie. Con la información recopilada en campo el perito investigador puede realizar el informe técnico con los requerimientos solicitados.

En caso de las placas de los vehículos realizan una verificación de autenticidad del mismo y para ello tiene patrones de placas originales que solicitan a las empresas encargadas de la fabricación y distribución de placas autorizadas y con ellas realizan un cotejo entre ambas placas para evaluar si la placa enviada para estudio es auténtica. Como residuos más representativos se encuentra el reactivo de FRYs, acetona y vaselina.

En la figura 12 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de automotores.

Figura 12. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de automotores.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.4 Balística forense.** “Se encarga del estudio de los fenómenos que ocurren en el interior del arma durante el proceso de disparo de un proyectil, su trayectoria desde el momento que abandona la boca del arma hasta su impacto y los efectos producidos en el organismo durante el recorrido, al igual que las formas y características de las armas de fuego y sus municiones”<sup>37</sup>. Sus oficinas y laboratorios se encuentran ubicados en la sede de Teusaquillo.

El procedimiento que se desarrolla en este grupo es el siguiente:

Los ensayos realizados en este grupo son destructivos, por lo que este es el último grupo en recibir la evidencia para su respectivo análisis debido a que la manipulación del mismo hace que no se puedan realizar otros análisis diferentes. El perito investigador decide si es pertinente realizar una limpieza con diversas sustancias químicas y/o desinfección en un equipo ultravioleta para desinfectar el proyectil, esto para eliminar cualquier tipo de residuo que pueda interferir con el análisis. Posterior a eso se procede a realizar un análisis macroscópico y caracterización del proyectil.

En el análisis macroscópico pueden compararse diversos proyectiles para determinar si fueron disparados de la misma arma de fuego o no; en caso de no tener un patrón de comparación pero de poseer el arma implicada se dirigen al área de pruebas balísticas para crear patrones de comparación en un tanque recuperador de agua y lograr identificar si el proyectil encontrado en la escena de crimen fue disparado por el arma encontrada en el mismo lugar y de esa manera hacer el análisis macroscópico.

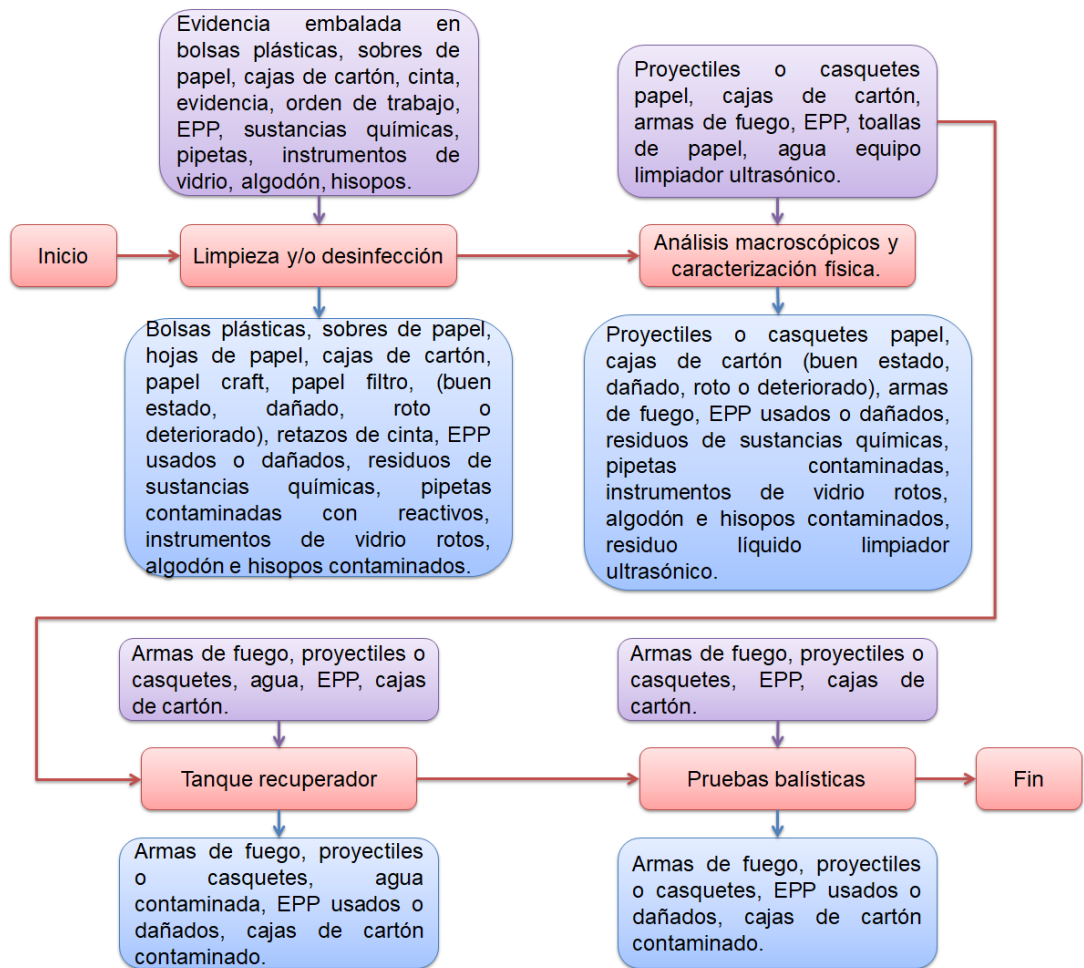
En caso de poseer solo se posee el arma implicada en el crimen también se efectúa una caracterización como la cantidad de fuerza aplicada para accionarla, medición de la intensidad de onda de los proyectiles, entre otros además de realizar disparos patrones en el área de pruebas balísticas para identificar características de funcionamiento como rango de alcance por ejemplo. Los residuos de proyectiles o casquetes son dispuestos a empresas cuyo material les sirve como materia prima y las armas de fuego se devuelven a las autoridades.

En la figura 13 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de balística forense.

---

<sup>37</sup> Ibid., p. 52-70.

Figura 13. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de balística forense.

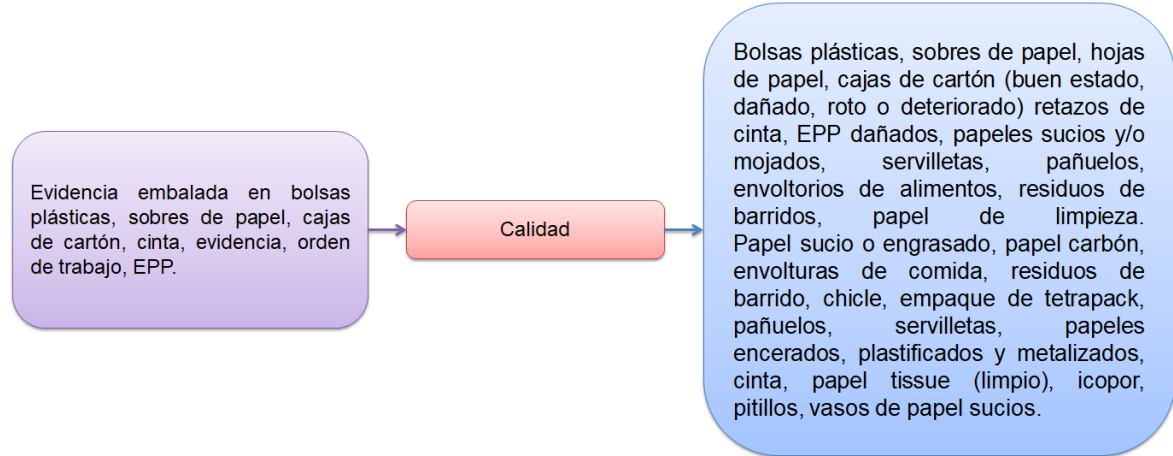


Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.5 Calidad.** Los temas administrativos como capacitaciones, revisión y seguimiento de todos los grupos son actividades coordinadas por este grupo el cual se encuentra en las instalaciones de la sede del Bunker nivel central.

En la figura 14 donde se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de calidad.

Figura 14. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de calidad.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.6 Documentología y grafología.** Su principal función es determinar la autenticidad o falsedad de documentos como títulos valores (cheques, tarjetas de débito y crédito, letras de cambio, etc.), identificación personal (cédulas de ciudadanía, tarjetas de identidad, contraseñas, carnés, pasaportes, etc.), papel (billetes nacionales y extranjeros), impresiones de sellos, productos comerciales y de consumo, derechos de autor, documentos de tránsito, documentos académicos y anónimos, entre otros<sup>38</sup>. Este grupo opera en la sede del antiguo DAS.

Los análisis que realizan en este grupo son en el ámbito de:

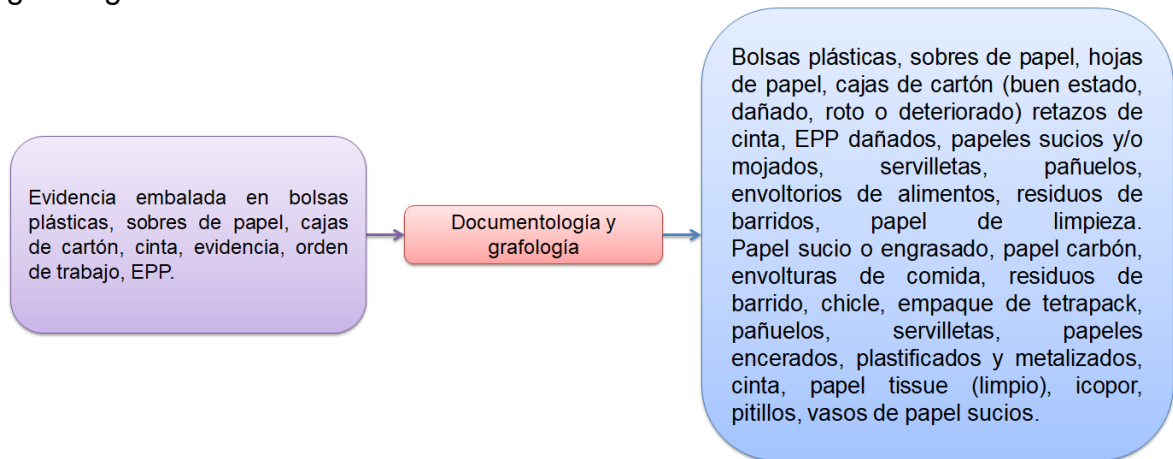
- Establecer la uniprocedencia de textos mecanográficos e identificar la fuente impresora.
- Constatar la existencia de alteraciones físicas o mecánicas.
- Verificar diferencia física-óptica de tintas y no química.
- Verificar la autenticidad de documentos.

Para los análisis mencionados anteriormente los peritos emplean equipos de alta tecnología como videocomparadores o esteromicroscopios que tienen en área de análisis. Para que este grupo atienda el caso hay que entregar el documento original ya que otro tipo de documento como fotocopias o fax no presenta mecanismos de seguridad apreciable como marcas de agua, tinta de seguridad, sellos de seguridad, entre otros.

En la figura 15 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de documentología y grafología.

<sup>38</sup> Ibid., p. 89-97.

Figura 15. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de documentología y grafología.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.7 Fotografía y video.** Este grupo ubicado en la sede de Paloquemao se encarga de realizar el registro fotográfico y/o video de la evidencia en trabajo de campo el cual también puede ser empleado como material probatorio. Por lo general, dentro del grupo de peritos investigadores se encuentra un profesional en esta área que ayuda de apoyo realizando el registro fotográfico de la escena del crimen o de investigación en campo. Además de desarrollar trabajos en campo, a este grupo suelen llegar evidencias para estudio y análisis dependiendo el requerimiento solicitado por el cliente o autoridades judiciales<sup>39</sup>.

El procedimiento que se desarrolla en este grupo es el siguiente:

El perito investigador se moviliza al lugar de la escena del crimen para realizar un registro fotográfico y/o de video (dependiendo la necesidad) de la ubicación (foto panorámica) hasta fotos de intrusión (lugar de los hechos), el perito se encarga de tomar todas las fotografías que sean necesarias para no omitir ningún aspecto de la escena del crimen que pueda considerarse de importancia o relevante; también toman registro fotográfico del acta de allanamiento la cual es diligenciada en ese mismo lugar. De regreso en las oficinas del grupo, se realiza el informe técnico en el cual se relata lo grabado en video o se adjunta un álbum de fotos de la evidencia fotografiada. La evidencia es grabada y documentada en 2 CD-DVD, de los cuales uno es para las autoridades solicitantes y el otro queda guardado y almacenado en el grupo en el área de archivo.

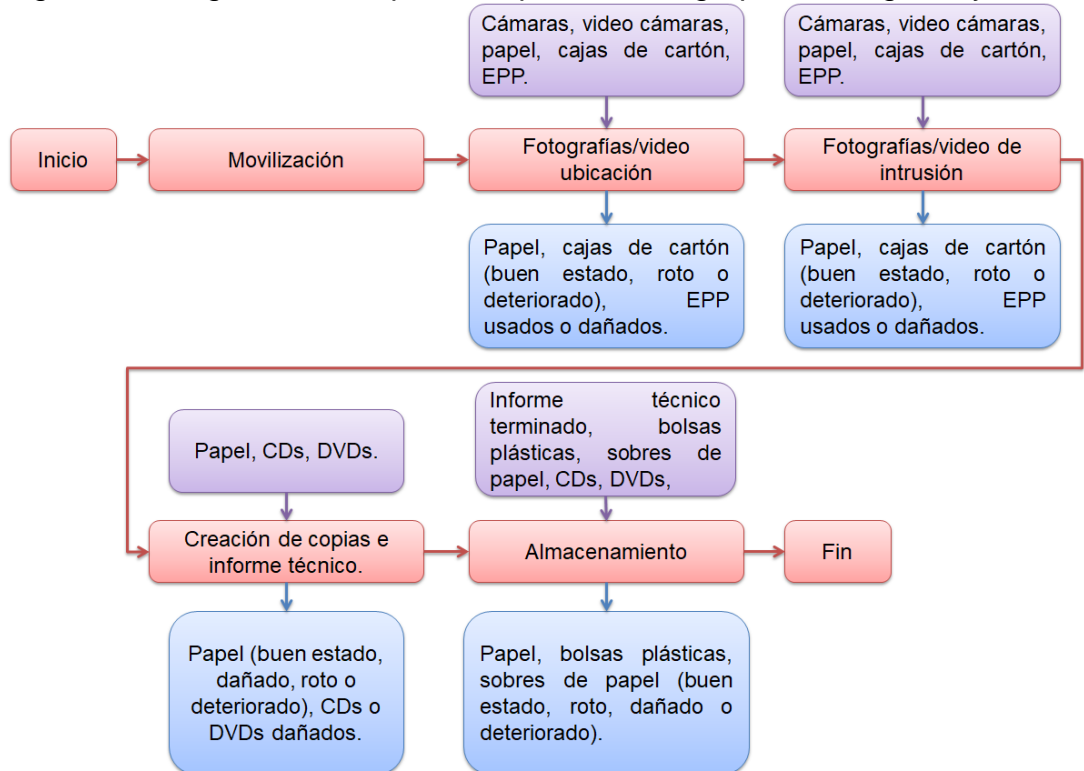
Puede ocurrir que a este grupo lleguen solicitudes para realizar cambio de formato y análisis de evidencias. Por ejemplo, pueden llegar discos de VHS o casetes para hacer el cambio de formato a CD o DVD. De igual manera se realizan los informes pertinentes y se entrega la solicitud a quien corresponda, en este caso, no se

<sup>39</sup> Ibid., p. 71-87.

realizan copias de respaldo de esta información como en el caso anterior que son casos de apoyo investigativo.

Este grupo genera residuos no peligrosos con alto potencial de reciclaje como papel, cartón, vidrio, ordinarios y biodegradables y residuos ordinarios e inertes a excepción de cartuchos de tinta, RAEE y residuos de riesgo biológico que son generados en todos los grupos. En la figura 16 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de fotografía y video.

Figura 16. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de fotografía y video.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.8 Informática forense.** Sus oficinas se encuentran ubicadas en la sede del Bunker nivel central. A este grupo recurren compañías o entidades solicitantes por temas de delitos informáticos; estas entidades permiten el acceso a equipos de cómputo, teléfonos celulares y cualquier medio electrónico que tenga capacidad de almacenamiento para revisar la evidencia a través de búsqueda de pistas, información y determinar los hechos desde una línea de tiempo alrededor del incidente<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> MORA, Víctor. Así funciona la informática forense en Colombia. [En línea]. En: El Universal. Cartagena, 9 de Diciembre, 2013.

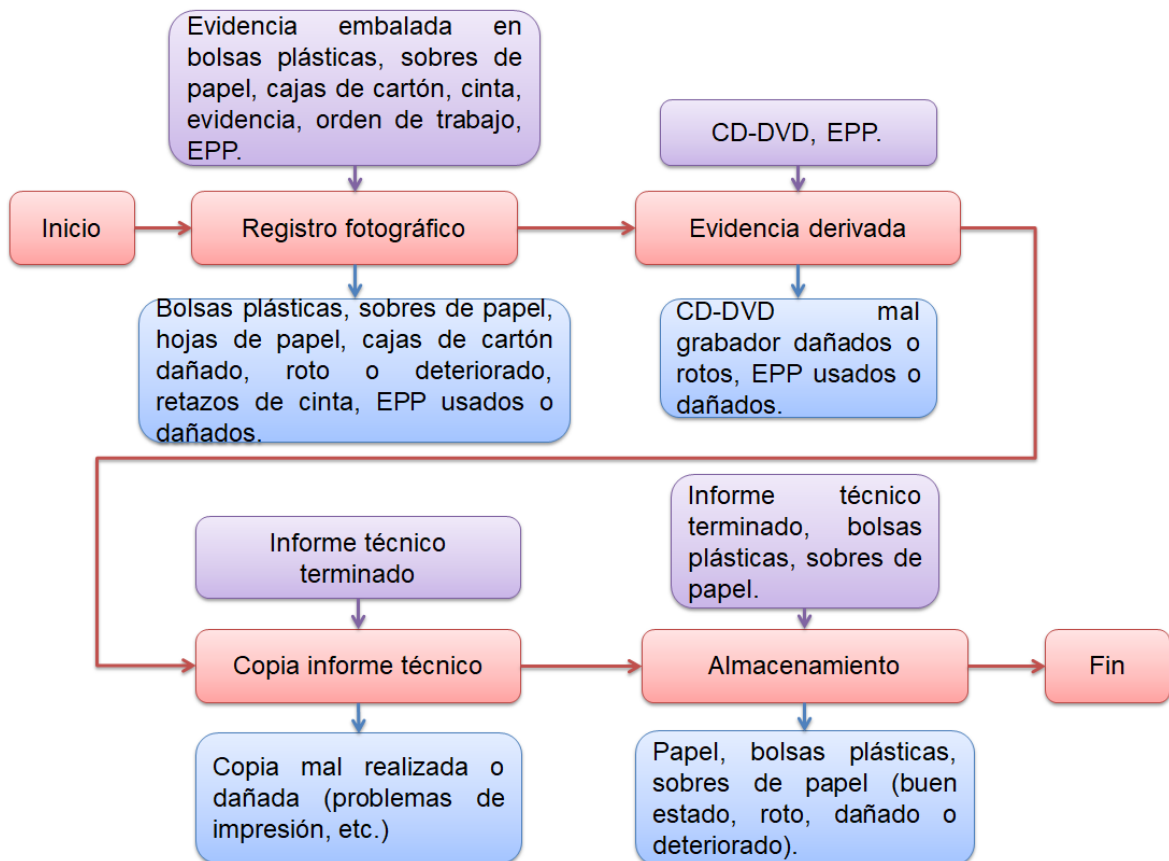


El procedimiento que se desarrolla en este grupo es el siguiente:

Este procedimiento se realiza cuando el oficio/caso llega con evidencia física (por lo que también llega información vía digital). Lo primero que realiza el perito investigador asignado es un registro fotográfico de la evidencia, el embalaje y las condiciones en las que llegó. A continuación se hace una copia de la información en un CD-DVD que contenga la evidencia con la ayuda de equipos y softwares especializados para esta labor (la copia de la información se le conoce como evidencia derivada), luego el perito guarda la evidencia nuevamente y no la vuelve a utilizar ya que es con la evidencia derivada con la cual él desarrolla su trabajo.

Cuando el informe técnico está terminado y revisado se entrega la evidencia original y la evidencia derivada en el embalaje en el cual llegó inicialmente al cliente o las autoridades solicitantes no sin antes sacar una copia del informe técnico original para que sea firmado como recibido ya que este se guarda en el almacén de archivo aproximadamente por 2 años. En la figura 17 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de informática forense.

Figura 17. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de informática forense.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.9 Microscopia electrónica de barrido.** Se realiza el análisis de residuos de disparo y de explosivos dependiendo el tipo de evidencia o caso que les sea entregado en los laboratorios de Paloquemao. Aquí se determinan las características físicas, químicas y composiciones de la muestra a analizar. Este tipo de evidencias suelen ser recogidas en el lugar de los hechos.

En este grupo se trabajan los dos análisis mencionados anteriormente y por ende el desarrollo de los procedimientos cambia, no sustancialmente pero si en el orden en el cual se ejecutan. Los procedimientos que se desarrollan en este grupo son los siguientes:

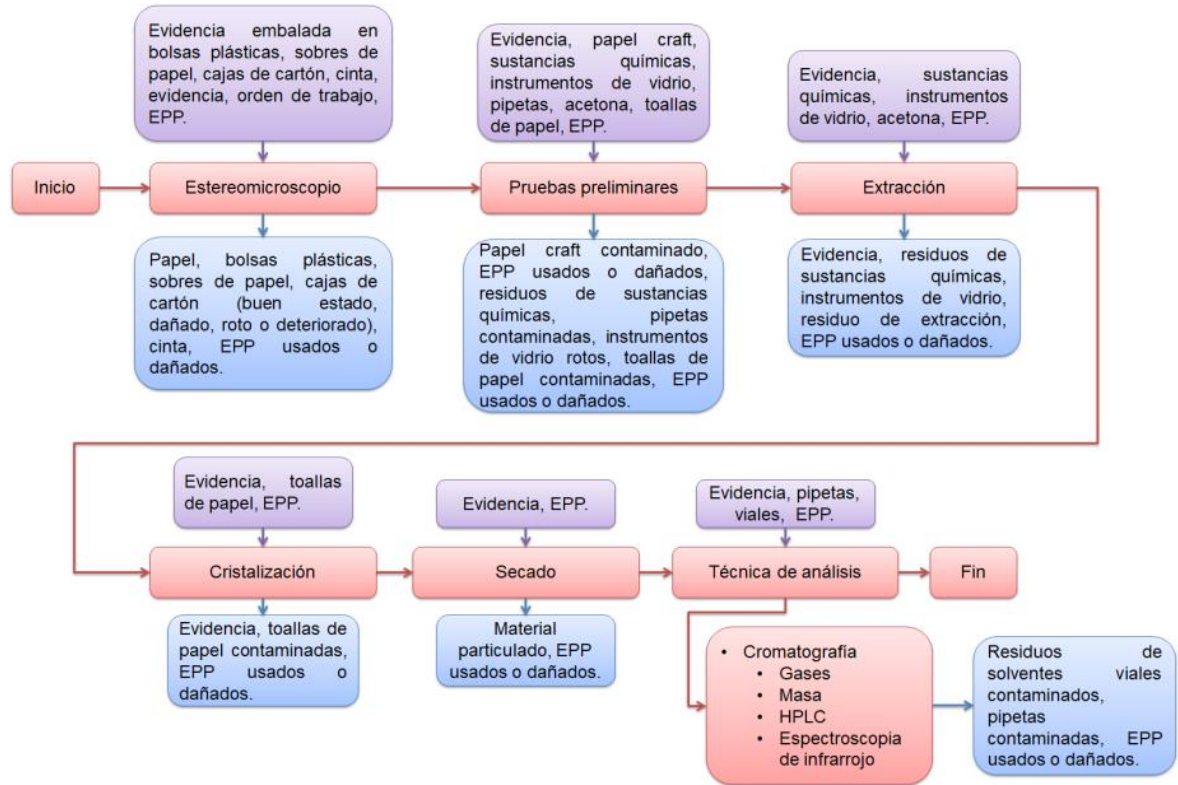
- **Análisis de explosivos.** Para este análisis pueden llegar dos tipos de muestra, una antes de la explosión (bulk) y la otra después de ocurrida la explosión (traza). Cuando llega evidencia tipo bulk esta se observa en un estereomicroscopio para observar con más detalle la muestra y tener una idea de su composición, posterior a eso se realizan pruebas preliminares con diversas sustancias química que identifican los grupos funcionales coloreándolos y de esta manera orientar cuales compuestos conforman la muestra o si es de carácter inorgánica u orgánica. Luego se realiza la extracción de la muestra en un medio líquido (acetona o agua), se cristaliza y se seca en una cabina de secado o un horno. A continuación el perito investigador determina la técnica de análisis a realizar, el cual puede realizarse en un cromatógrafo de gases, de masa, HPLC o en un espectrómetro infrarrojo empleando una fase móvil.

Cuando la evidencia que llega es de traza igualmente se observa en un estereomicroscopio, si hay suficiente muestra se realiza una prueba preliminar, de lo contrario, directamente se realiza la extracción en un medio líquido (acetona o agua) y se procede a realizar la técnica de análisis por cromatografía de gases, de masa, HPLC o por espectroscopia de infrarrojo.

De ser necesario conocer si la muestra contiene compuestos metálicos o cantidades de determinadas sustancias se emplea un equipo de fluorescencia o el espectrómetro ultravioleta visible que ayudan a revelar compuestos con reactivos específicos pero esto es a criterio del perito investigador.

En la figura 18 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de microscopia electrónica de barrido.

Figura 18. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de grupo de microscopía electrónica de barrido.

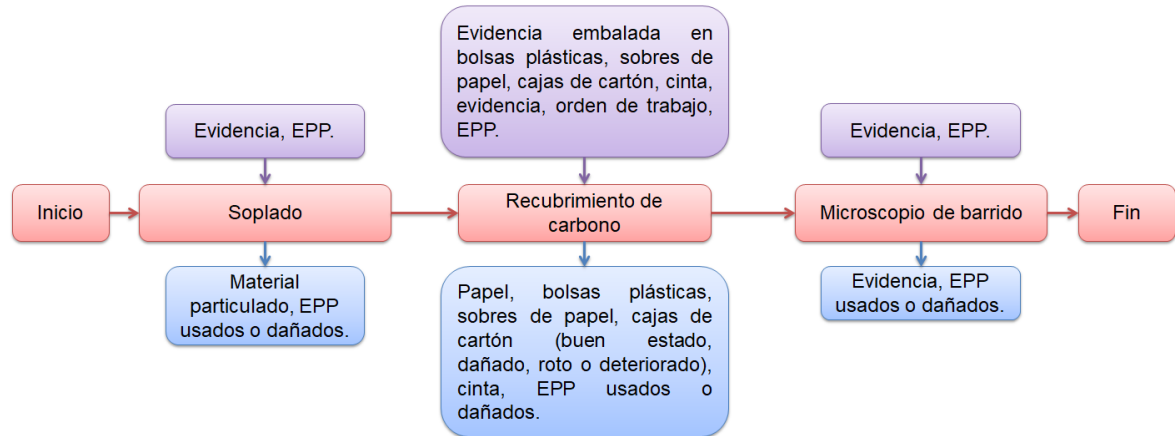


Fuente: elaboración propia.

- Análisis de residuos de disparo.** Primero en una cabina de recirculación con filtros se sopla externamente el contenedor de la muestra, luego se saca la muestra y nuevamente se sopla para limpiar y eliminar partículas que puedan alterar los resultados. Luego se recubre la muestra con hilo o mina de carbono con la ayuda de un equipo recubridor o evaporador de carbón y posterior la muestra recubierta se lleva al microscopio de barrido de alta resolución que genera imágenes tridimensionales para examinar hasta las más ínfimas partículas de la muestra.

En la figura 19 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de microscopía electrónica de barrido.

Figura 19. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de grupo de microscopía electrónica de barrido.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.3.10 Química forense.** “En este grupo se aplican todos los conocimientos y técnicas químicas con el objeto de conocer la naturaleza de cualquier sustancia o elemento. Su participación en la investigación es interdisciplinaria con otras ciencias forenses”<sup>41</sup>.

Por lo general, el tipo de sustancias que identifica son sustancias psicoactivas que son incautadas bajo diversas circunstancias, también suelen llegar casos con evidencia bastante peculiar o de difícil manejo para lograr la identificación de la sustancia. A este tipo de evidencia se le llama o se le conoce comúnmente como camuflaje. Todo esto se lleva a cabo en sus instalaciones ubicadas en la sede central de fiscalía.

Los procedimientos que se desarrollan en este grupo son los siguientes:

Para el procedimiento realizado en el laboratorio no se emplea toda la evidencia que llega sino una cantidad menor de muestra, así que, cuando la evidencia llega a esta área, lo primero que se realiza es abrir la bolsa donde viene contenida la sustancia incautada sin dañar el número de identificación del oficio (el cual es un papel pegado a la bolsa original), pesarla y luego retirar una pequeña cantidad ya que es con ella con la cual realizan todo el análisis. El resto de la evidencia se embala en bolsas de plástico pequeñas y medianas junto con el número que identifica el oficio.

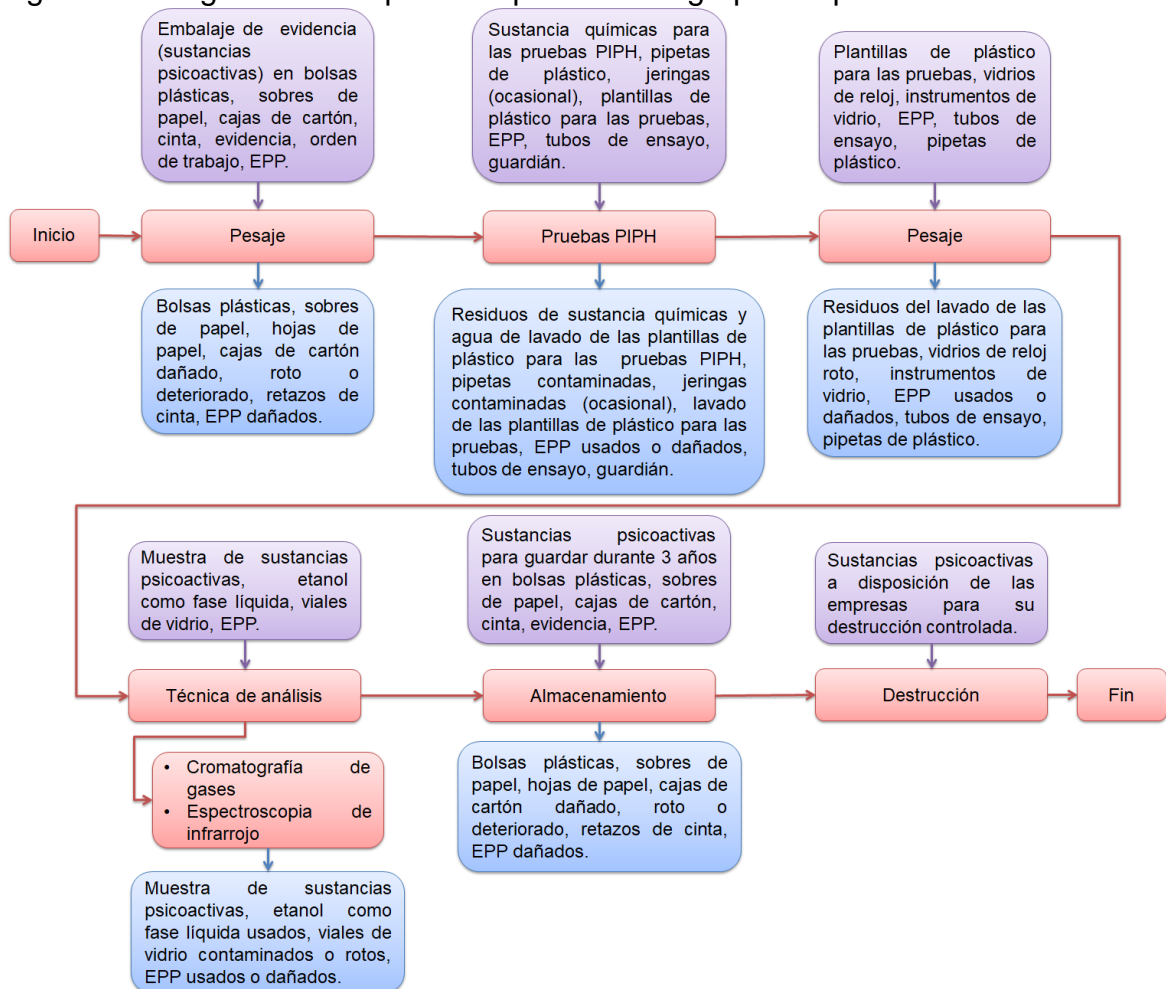
Como siguiente paso se lleva a cabo una prueba PIPH (prueba de identificación preliminar homologada) la cual consiste en la identificación de una o más sustancias psicoactivas que contenga la muestra con diversas sustancias químicas y para ello se emplea una cantidad de muestra de 1 gr por mucho, por lo

<sup>41</sup> FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Op. cit., p. 105.

general este tipo de prueba se realiza es en el lugar de los hechos pero también se emplea en el laboratorio para tener un criterio previo antes de realizar análisis comprobatorios. Posterior a las pruebas PIPH, la muestra que no fue utilizada anteriormente es pesada y depositada en viales de vidrio junto con un medio líquido (etanol) para luego realizar el análisis que el perito investigador considere correspondiente, ya sea técnica de análisis por cromatografía de gases o por espectroscopia de infrarrojo.

Cada perito investigador tiene una bolsa grande donde se guardan todas las evidencias que ha trabajado dependiendo el número de casos asignados por lo que, la evidencia guardada en bolsas plásticas con el número de oficio mencionada anteriormente es depositada en esta bolsa la cual es guardada en el laboratorio durante un periodo de 3 años y cumplido este periodo de tiempo se envía a destrucción con una empresa externa. En la figura 20 donde se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de química forense.

Figura 20. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de química forense.



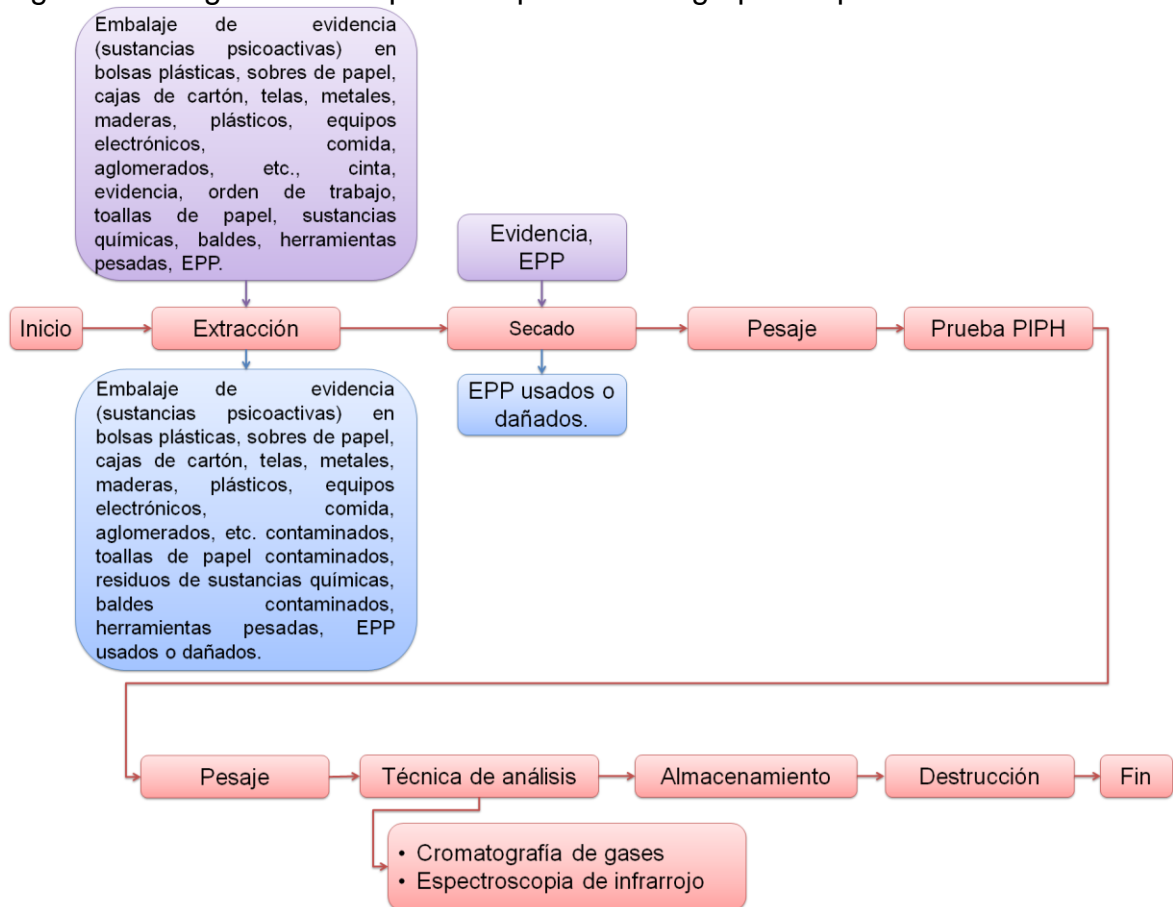
Fuente: elaboración propia.

Como se menciona al inicio, también llega un tipo de evidencia peculiar la cual es conocida como camuflaje solo que este llega cada trimestre a los laboratorios. En este caso, puede llegar cualquier sustancia psicoactiva en cualquier tipo de contenedor, ya que para los delincuentes, prácticamente en cualquier objeto es posible esconder este tipo de mercancía.

En estos casos, llega la evidencia, se extrae la sustancia psicoactiva en su totalidad con la ayuda de reactivos químicos que la precipitan, se coloca sobre un mesón dejándolo secar por completo y posterior a eso se repite el mismo procedimiento mencionado anteriormente incluyendo el almacenamiento y posterior destrucción. El perito investigador se encarga de que los objetos queden libres y completamente limpios de la sustancia que estaba almacenada para luego son botados a la basura.

En la figura 21 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de química forense.

Figura 21. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de química forense.



Fuente: elaboración propia.

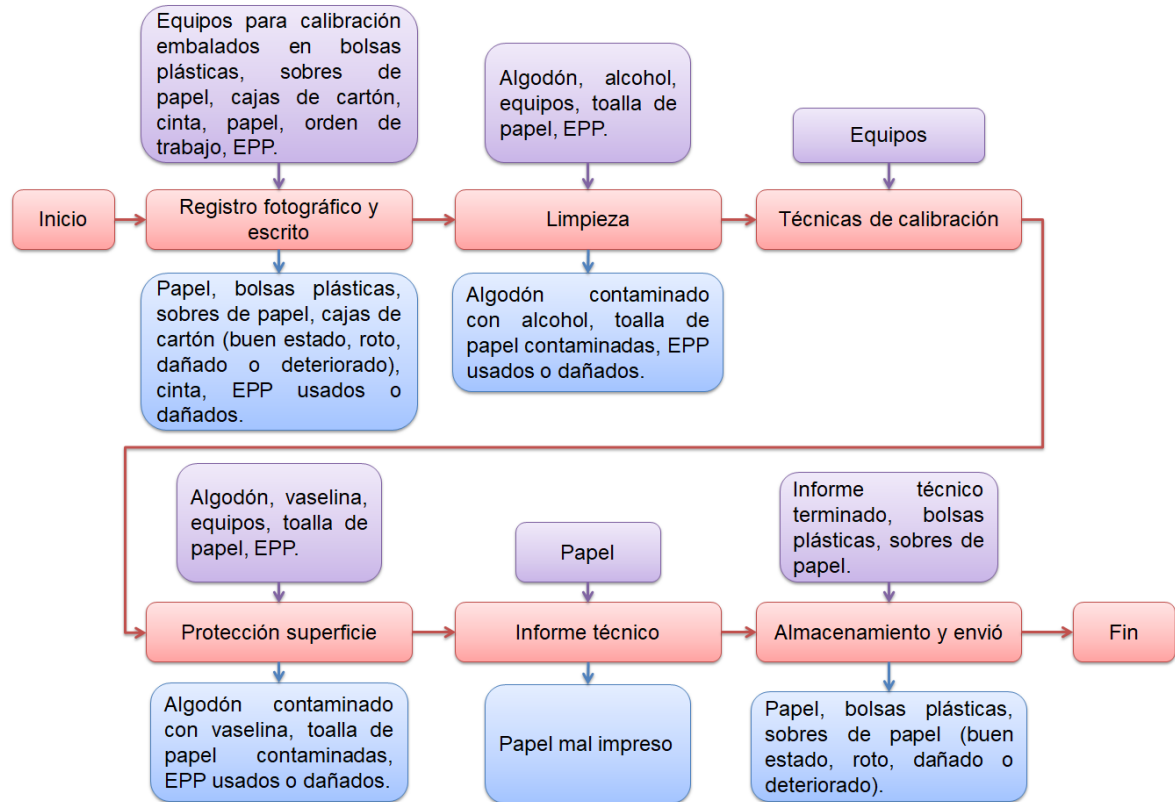
**2.1.3.11 Metrología.** Este grupo ubicado en la sede de Teusaquillo se encarga de hacer la calibración de todos los equipos e instrumentos de medición de masa, volumen, tiempo, longitud, temperatura, presión, velocidad, propiedades eléctricas, peso, etc. que emplean en los diferentes grupos de criminalística garantizando la normalización mediante la trazabilidad de datos y patrones de medición. Aquí son remitidos los equipos e instrumentos de medición de todas las sedes de Colombia no solamente de Bogotá.

A este grupo llega el equipo o instrumento, se retira de la caja donde llegó y se hace un registro fotográfico y escrito de las condiciones en las cuales llegó. Una vez realizado esto, el perito investigador al cual se le asignó la orden de trabajo se dirige al análisis y limpia el equipo con alcohol y para proteger la punta o la parte que tiene contacto donde se hace la medición se aplica vaselina; cuando llega una cinta métrica utilizan un dispositivo de calibración donde realizan diferentes mediciones y toman nota de los patrones y desviaciones que se generan con esa cinta métrica.

Para otros equipos o instrumentos utilizan patrones de comparación ya establecidos para generar diversas medidas y observar su precisión y exactitud y otros parámetros de calibración. Para finalizar, el perito realiza el informe técnico, se guarda el equipo o instrumento en el mismo contenedor en el que venía si aún está en buen estado y se envía todo al lugar de donde lo enviaron para la calibración.

En la figura 22 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de metrología.

Figura 22. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de metrología.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.4 Identificación.** Esta sección tiene la responsabilidad de coordinar los casos relacionados a personas desaparecidas y víctimas NN que suelen darse a nivel nacional. El objetivo principal de esta sección es la orientación en la búsqueda e identificación de personas mediante la intervención de un grupo multidisciplinario. Al igual que en la sección anterior, se posee un grupo de profesionales capacitados para la realización de labor en campo para la recolección de evidencias y material probatorio que consideren de vital importancia para lograr la identificación del cuerpo o los cuerpos en caso de ser más de uno. También, pueden llegar casos, oficios y/o evidencias a los laboratorios donde, igualmente, son registrados, documentados y asignados los profesionales para que lleven a cabo el trabajo asignado<sup>42</sup>.

En esta sección en su mayoría se generan residuos no peligrosos con alto potencial de reciclaje como papel, plástico, cartón, vidrio, RAEE y cartuchos de tintas a excepción de residuos ordinarios e inertes y residuos de riesgos químicos y peligrosos, los cuales no son reciclables.

Esta sección está conformada por los siguientes grupos investigativos:

<sup>42</sup> FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Op. cit., p. 121.

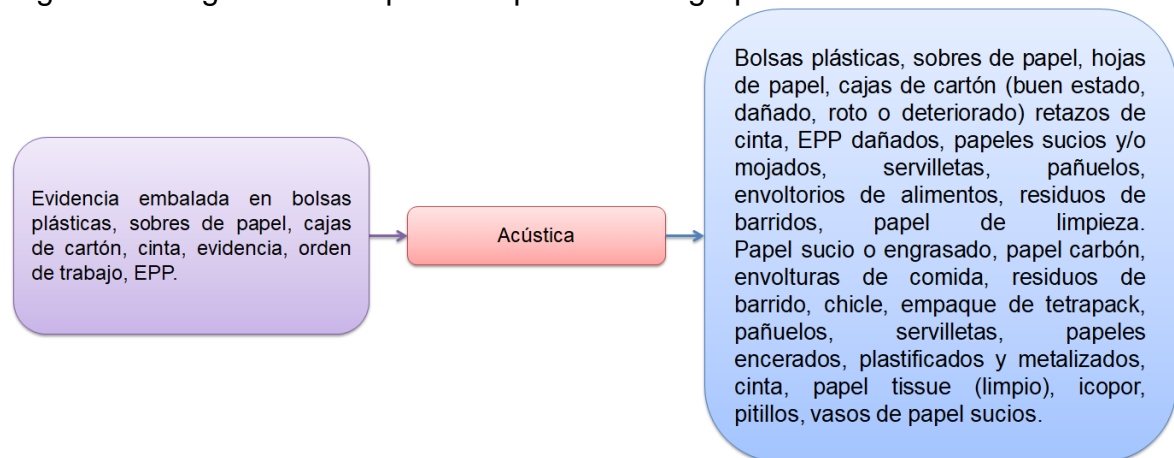


**Acústica.** “El grupo de acústica cumple la función de realizar estudios sonoros y elementos similares por medio de técnicas científicas y softwares especializados para dicho fin. Las pruebas que se llevan a cabo tiene como principal fundamento el hecho de que cada persona tiene un registro de voz único el cual es estudiado por los peritos de investigación por medio de diversos análisis comparativos de identificación de hablantes”<sup>43</sup>. Este grupo opera en la sede del Bunker nivel central. En la figura 23 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de acústica.

Los análisis que realizan en este grupo son en el ámbito de:

- Análisis perceptual auditivo.
- Análisis global lingüístico.
- Análisis acústico.

Figura 23. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de acústica.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.4.1 Genética.** Este grupo se encarga del “análisis y/o de la recuperación de información de tipo genético del elemento material probatorio y evidencia física de origen biológico en el lugar de los hechos; es un procedimiento de gran responsabilidad que implica la conservación de la evidencia en las mismas condiciones en que se encontraba originalmente”<sup>44</sup>. Empleando diversos métodos, tecnologías y análisis se logra la extracción de información de tipo mitocondrial o de ADN para dar respuesta al caso de trabajo asignado al perito investigador. Los laboratorios y oficinas se encuentran en la sede central de la fiscalía.

El procedimiento que se desarrolla en este grupo se divide en 7 etapas o pasos y son los siguientes:

<sup>43</sup> Ibid., p. 99.

<sup>44</sup> Ibid., p. 163.

La primera etapa es el área de evidencia traza o lugar de los hechos, aquí se realiza la extracción de ADN de las muestras que llegan (dientes o restos óseos) por medio de buffers de extracción preparados en el laboratorio. También realizan pruebas para saber si una muestra contiene sangre o no por medio de unos test en forma de casetes diseñados para determinar la presencia de esta sustancia (a este test se le toma una fotografía para adjuntarlo como evidencia al informe).

La segunda etapa es el área de restos óseos. Al igual que en la etapa anterior, se trabajan dientes o restos óseos y aquí se realiza una limpieza de las muestras con la ayuda de limas y herramientas de corte para eliminar impurezas y suciedad, luego es lavada con detergente biodegradable y secada con etanol, posterior a ello se pulveriza la muestra colocándola en una esfera de acero inoxidable en un pulverizador y este polvo es guardado en un recipiente de plástico.

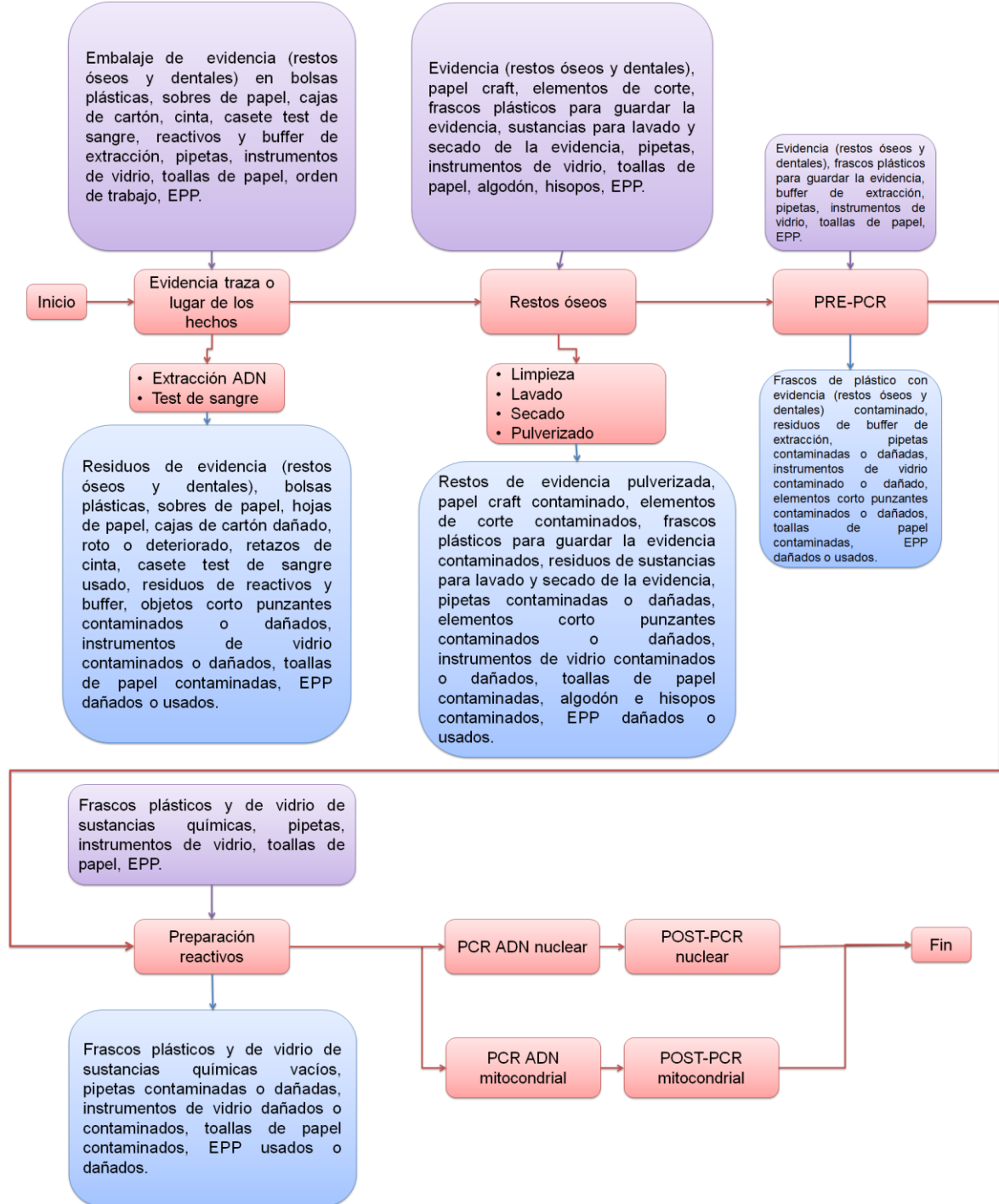
La etapa número tres es el área de PRE-PCR en esta área ocurre la reacción en cadena de la polimerasa la cual consiste en replicar el fragmento de ADN obtenido anteriormente para lograr aumentar la probabilidad de obtener un resultado, para ello emplean un buffer especial y altas temperaturas para diluir la muestra en el buffer, luego con la ayuda de un equipo se extrae la información de la muestra.

La cuarta etapa se divide en dos áreas dependiendo el tipo de muestra que se posee. Estas áreas son las de PCR de ADN nuclear y PCR de ADN mitocondrial en donde se realizan copias del ADN ya sea del núcleo de las células o del núcleo de las mitocondrias; en caso de solo tener muestras de evidencia por linaje materno, se realiza el análisis de PCR de ADN mitocondrial. Aquí la muestra es colocada en una serofuga junto con un diluyente que absorbe el exceso de líquido que pueda contener la muestra de ADN de los análisis anteriores. En este laboratorio se tiene un sistema que recolecta a información de la muestra de cada área de análisis para conservar la trazabilidad de los datos.

La quinta etapa al igual que la anterior tiene dos áreas, un área de POST-PCR nuclear y POST-PCR mitocondrial. En esta se generan las réplicas del ADN gracias a la propiedad que posee la polimerasa para hacerlo, en esta área se emplean unos termociclones donde a la muestra se le agregan unos reactivos y por medio de variaciones de temperatura se generan las réplicas y para finalizar, la muestra pasa por un analizador genético el cual por medio de señales de fluorescencia emite un resultado el cual es analizado por el perito investigador.

Entre el área de PRE-PCR y PCR nuclear y mitocondrial se encuentra el área de preparación de reactivos donde preparan las cantidades exactas a utilizar en cada análisis. En la figura 24 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de genética.

Figura 24. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de genética.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.4.2 Identificación humana.** La reconstrucción ósea y posible identificación de personas desaparecidas, principalmente víctimas NN's como comúnmente son conocidos los casos de cuerpos sin identificar son las actividades que desarrolla este grupo. Es multidisciplinario con el grupo de genética forense y morfología facial ya que, dependiendo del caso, pueden unificarse estos tres grupos para lograr una respuesta al caso de trabajo que ha sido designado a este laboratorio en la sede central. El procedimiento que se desarrolla en este grupo es el siguiente:

Como primer paso los cuerpos o restos óseos son recibidos y guardados en una bodega transitoria hasta que finalice todo el proceso.

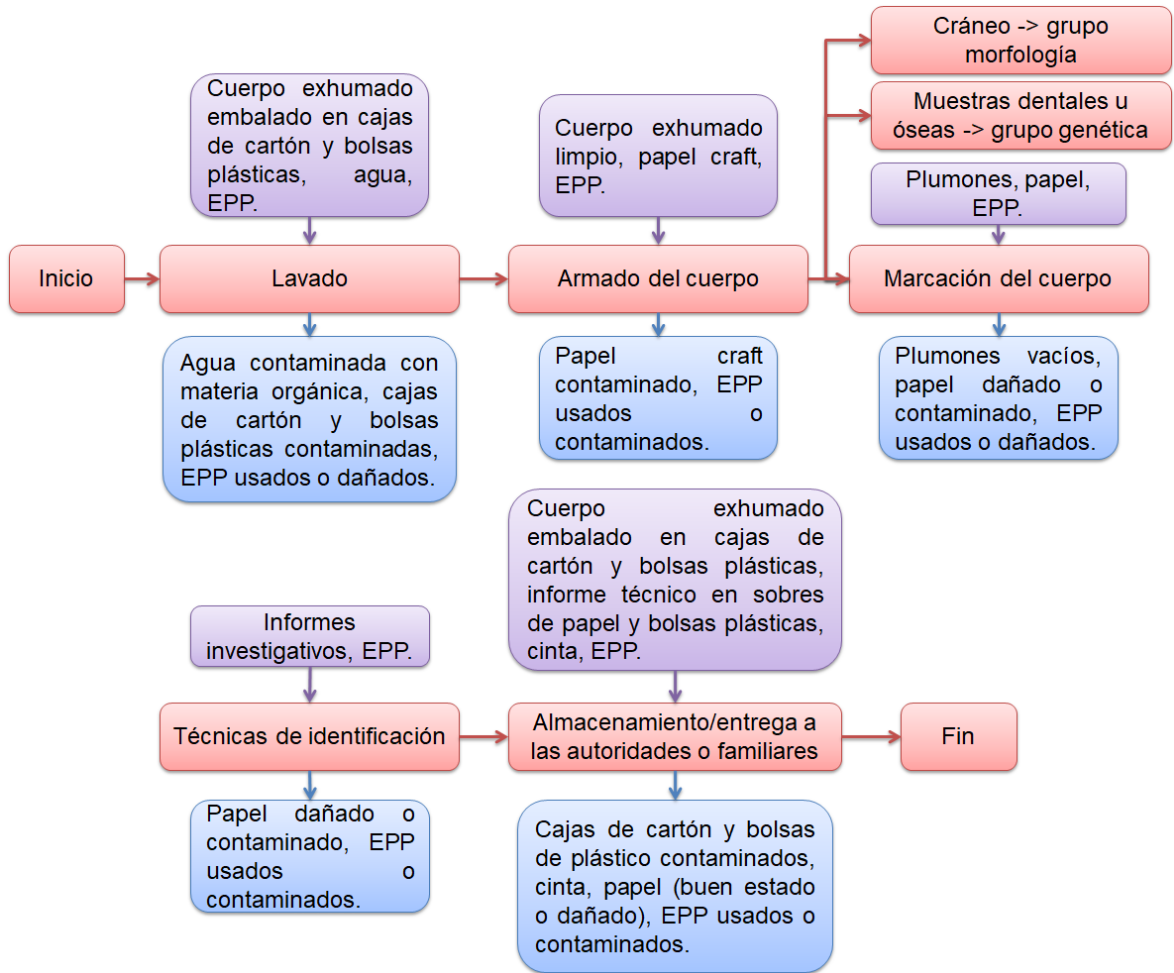
En el área de laboratorio tienen un horno secador en caso de necesitar que un cuerpo se seque más rápido, una lavadora y una secadora para lavar los elementos que se lleven a campo para realizar la exhumación del cuerpo para no contaminar esta área como prendas de vestir y maletas. Cuando se está realizando la exhumación de un cuerpo y no es posible retirar los restos óseo limpios porque tenía abundante materia orgánica adherida por las condiciones en las que se encontraba, se lava en un recipiente en forma de lavaplatos que posee unos filtros para evitar que toda el agua del lavado se vaya con mucha carga contaminante de materia orgánica, sin embargo, este paso es a criterio del perito investigado según vea las condiciones del cuerpo.

Si el perito decide que no es necesario la operación anterior, se procede a lavar los restos óseos sobre una malla solo con agua para eliminar tierra, barro o algún otro tipo de suciedad (si el cuerpo llega con alguna prenda, se lava en el mismo espacio, no en la lavadora); posterior al lavado se procede a dejar secar al aire libre en su totalidad sobre la malla (si no es posible o no hay tiempo utilizan el horno secador). Si los huesos no se encuentran demasiado contaminados como para lavarlos en su totalidad, se limpian con algodón o gases y agua.

Posteriormente se organiza anatómicamente todas las partes del cuerpo que hayan llegado sobre papel craft o papel periódico, si llega los restos óseos de un cuerpo completo se arma en su totalidad, de lo contrario se separan los restos por partes y cada una de las piezas es marcada con el número de orden trabajo registrado en el área administrativa. Una vez organizado los huesos, se inician las técnicas para la identificación del desconocido, aquí se basan principalmente en investigaciones e información recogida en campo y entrevistas realizadas a las personas del sector donde se hizo el levantamiento del cuerpo (información no genética), luego se guarda el cuerpo y se almacena temporalmente, aunque por lo general es devuelto a las autoridades o a los familiares.

En la figura 25 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de identificación humana.

Figura 25. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de identificación humana.



Fuente: elaboración propia.

Cuando el cráneo recuperado del levantamiento llega en buen estado (completo) se envía al grupo de morfología facial para realizar una reconstrucción y darle una posible identidad a éste. También se apoyan del grupo de genética forense para realizar una compatibilidad genética entre un posible familiar y el cuerpo para de esta manera poder darle una identidad al fallecido. En ambos casos para los dos grupos toman muestras dentales y óseas para genética y el cráneo para morfología con el número que identifica el caso para que no se confundan, las demás partes del cuerpo quedan guardadas y cuando se termina de análisis esas muestras dentales, óseas y el cráneo se guardan con el resto del cuerpo.

Este grupo establece si requiere o no el apoyo de estos dos grupos para dar respuesta a lo requerido en la orden de trabajo.

**2.1.4.3 Lofoscopia y NN's.** Se encarga de la toma, clasificación, archivo y cotejo de los dibujos formados por las crestas papilares en las palmas de las manos y en las plantas de los pies, con fines de identificación<sup>45</sup>. Sus oficinas se encuentran en la sede central pero los laboratorios están en ubicados en la sede de Paloquemao.

Los procedimientos que se desarrolla en este grupo son los siguientes:

- **Registro decadactilar.** Este procedimiento se realiza cuando una persona se encuentra inmersa en un proceso judicial, esto se lleva a cabo en un salón de reseña. En este salón se toman todos los datos de la persona en unos formatos ya establecido, se realiza el registro dactiloscópico en unas tarjetas diseñadas para eso y se procede a tomar unas fotografías frontales y de perfil a la persona.

Luego la tarjeta es ingresada a una base de datos (AFIS) donde se tienen registradas y almacenadas miles de huellas digitales y se coloca un sticker con un código de barras a la tarjeta con el cual queda registrado toda la información anterior y es guardado junto con las fotografías y toda la información de la persona en el almacén de archivo.

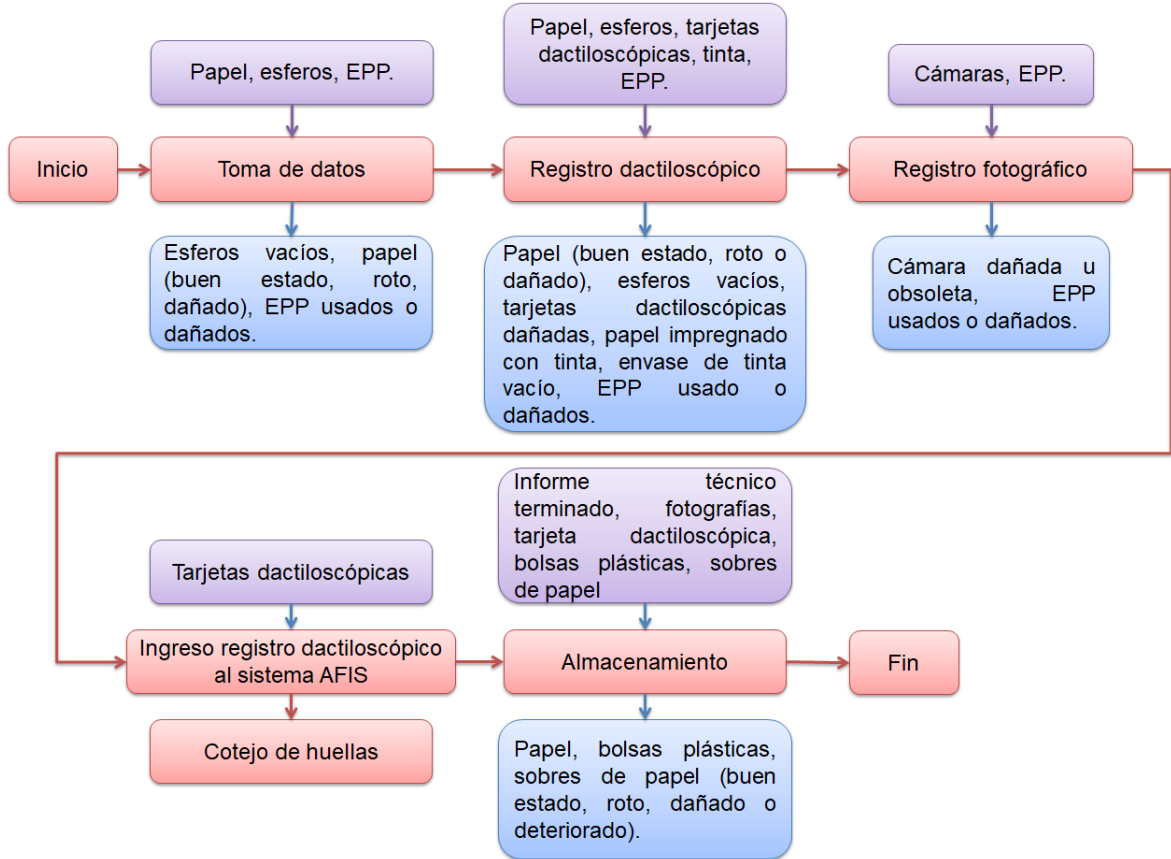
Cuando las huellas no son muy claras utilizan lupas y sistemas informáticos que funcionan como optimizadores de huellas dactilares para que, al ingresarla a la base de datos del grupo arroje un posible candidato para dicha huella. A este procedimiento se le conoce como cotejo de huellas.

En la figura 26 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de lofoscopia y NN's.

---

<sup>45</sup> Ibid., p. 11.

Figura 26. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de lofoscopia y NN's.

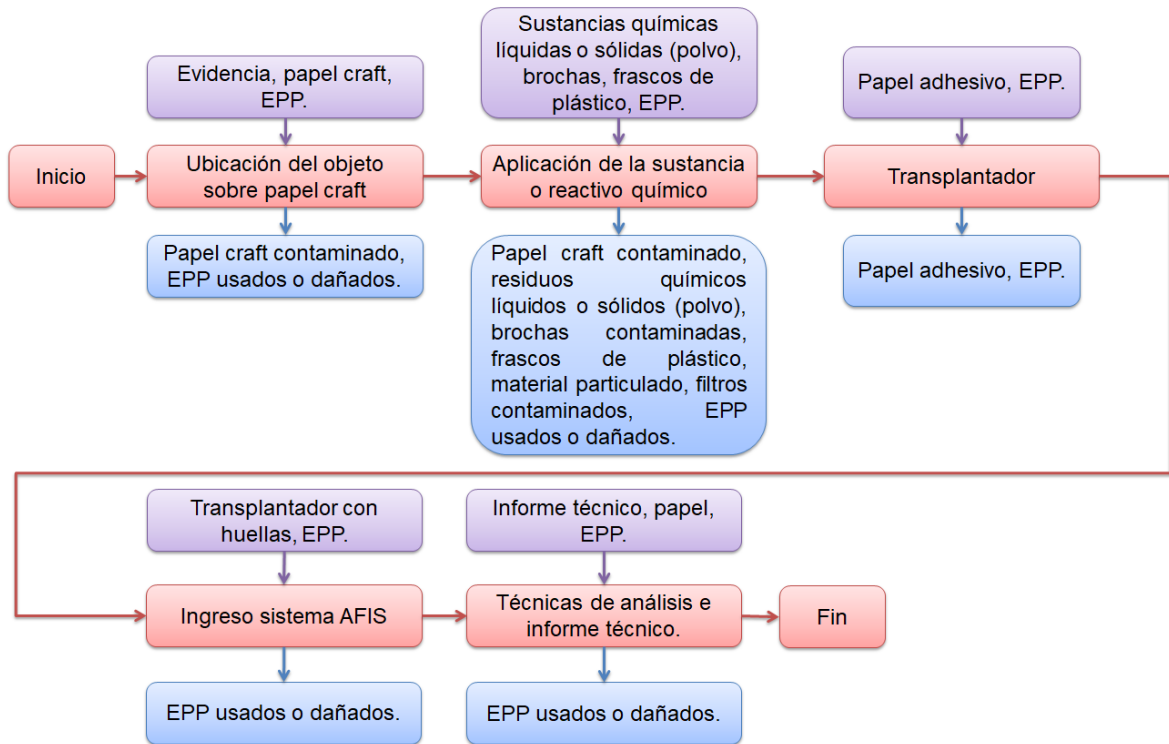


Fuente: elaboración propia.

- Exploración de huellas.** Este grupo tiene un área de laboratorio en el cual los peritos están en la capacidad de realizar exploraciones (revelado de huellas) en elementos que hayan sido llevados a este grupo desde documentos físicos, aparatos electrónicos hasta placas de vehículos aunque, por lo general, lo que llegan son huellas ya exploradas. El objeto al cual se le va a realizar la exploración se coloca sobre papel craft y se aplica una sustancia pulverulenta con mucha cautela con una brocha o pincel y al momento de que se revela la huella se emplea un transplantador (material parecido a papel contact) en el cual queda impregnada la huella y eso con este con el cual realizan los análisis pertinente, este procedimiento se realiza en cabinas de extracción de gases en el cual quedan atrapadas las partículas que quedan suspendidas en el aire en filtros.

Cuando el objeto que porta la huella a explorar tiene un tiempo menos a 72 horas se aplica la sustancia pulverulenta, pasado este tiempo se utilizan reactivos químicos ya sea en polvo o líquido para hacer aflorar la huella. En la figura 27 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de lofoscopia y NN's.

Figura 27. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de Iofoscopia y NN's.



Fuente: elaboración propia.

**2.1.4.4 Morfología facial.** Este grupo ubicado en la sede de Paloquemao tiene como función a través de diversas técnicas como lo son el retrato hablado, elaboración de álbumes y reconocimiento fotográfico, proceso gráfico de edad, reconstrucción parcial del rostro con base en fotografías, proceso de caracterización personal entre otros, la individualización y reconstrucción de cráneos<sup>46</sup>.

El procedimiento que se desarrolla en este grupo es el siguiente:

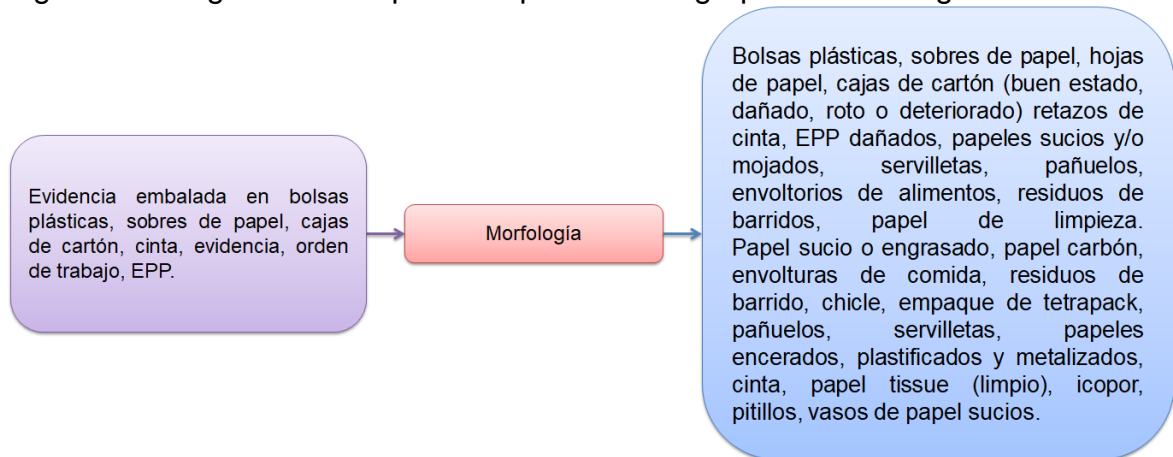
Llega el cráneo embalado al grupo (por lo general llega en una caja) y el perito investigador a quien fue asignado se dirige al laboratorio. Una vez allí, el perito retira el cráneo de su embalaje y lo coloca en un escáner 3D entre 10 y 15 minutos para que realice un escaneo el cual queda registrado en un software que esta enlazado con el escáner. Cuando termina este proceso, el perito no requiere del cráneo físico por lo que, lo vuelve a guardar en la caja y con el embalaje en el que llego. Luego la imagen que quedo guardada en el software del escáner se pasa a otro computador con un software de reconstrucción facial y allí el perito investigador se encarga de darle un rostro a ese cráneo. Una vez el perito termina la reconstrucción, inicia el informe técnico.

<sup>46</sup> Ibid., p. 143.



Anteriormente, se realizaba la reconstrucción facial con plastilina o arcilla, sin embargo este proceso toma bastante tiempo por lo que ahora se emplea este método para capacitaciones. En la figura 28 se presenta de manera global el proceso y la generación de residuos del grupo de morfología.

Figura 28. Diagrama descriptivo del proceso del grupo de morfología.



Fuente: elaboración propia.

## 2.2 GENERACIÓN DE RESIDUOS

El departamento de criminalística de la fiscalía es un generador de residuos domésticos y comerciales (residuos orgánicos e inorgánicos) e institucionales según la clasificación propuesta por Colomer<sup>47</sup> y un gran generador según lo mencionado en el Decreto 4741 de 2005, capítulo VI, artículo 28, inciso a que dice: “Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 1,000.0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas”<sup>48</sup>

En el siguiente cuadro se encuentra un resumen de los residuos no peligrosos y peligrosos generados en el departamento de criminalística.

<sup>47</sup> COLOMER MENDOZA, Francisco José y GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. Tratamiento Y Gestión De Residuos Sólidos: Origen, composición y propiedades de los residuos sólidos. Op. cit., p. 91-96.

<sup>48</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 4741. Op. cit., p. 1-29.

Cuadro 10. Residuos no peligrosos y peligrosos generados en el departamento de criminalística.

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo de residuo</b>	<b>Residuos generados</b>
Residuos aprovechables	Papel	Cajas de cartón y hojas.
Residuos aprovechables	Plástico	Plásticos limpios, secos, húmedos y/o sucios.
Residuos aprovechables	Vidrio	Vidrios.
Residuos no aprovechables	No peligrosos, ordinarios y/o inertes	Papeles sucios y/o mojados, servilletas, pañuelos, envoltorios de alimentos, residuos de barridos, papel de limpieza.
Orgánicos biodegradables	No peligroso	Alimentos, hojarasca.
Residuos no aprovechables	Biosanitarios/ reactivos	EPP, residuos de reactivos, toallas de papel de limpieza, puntas e hilos de carbón activado, vidrios sucios, instrumentos rotos, botellas de vidrio de reactivos, puntas de pipetas, plásticos, toallas de papel, residuos de reactivos de pruebas de identificación.
Residuos no aprovechables	Biológicos	Papel higiénico, toallas higiénicas, pañuelos.
Residuos no aprovechables	Objetos cortopunzantes	Puntas de pipetas, jeringas, lijas, elementos de plástico y vidrio contaminados con residuos de sustancias químicas y biológicas.

Fuente: elaboración propia.

**2.2.1 Sección técnico-científica.** Como se menciona anteriormente, esta sección que se encuentra conformada por 10 grupos, 2 son generadores continuos de residuos químicos y esporádicos de residuos biológicos/biosanitarios (balística forense y microscopía electrónica de barrido), 1 es generador continuo de residuos químicos (química forense), 2 son generadores esporádicos de residuos químicos (automotores y metrología) y los otros 5 grupos (arquitectura, ingeniería y topología, calidad, documentología y grafología, fotografía y video e informática forense) generan solamente residuos orgánicos y biodegradables, aprovechables y no aprovechables.

En el anexo C se encuentra una tabla indicando con más detalle los tipos de residuos que genera cada grupo de esta cada sección.

**2.2.2 Sección de identificación.** De los 5 grupos que conforman esta sección, 2 son generadores de residuos químicos (genética forense y lofoscopia), 2 son generadores de residuos biológicos/biosanitarios (identificación humana y morfología) junto con el grupo de genética forense considerando que estos grupos trabajan con huesos, cráneos y restos óseos y dentales; por último, el último grupo (acústica) es generador solamente residuos orgánicos y biodegradables, aprovechables y no aprovechables. En el anexo D se encuentra una tabla indicando con más detalle los tipos de residuos que genera cada grupo de esta cada sección.

**2.2.3 Limpieza.** El proceso de limpieza lo tienen asignado el grupo de servicios de aseo de la fiscalía donde se realiza la limpieza en el área de oficinas y en el área de laboratorio dependiendo los grupos que tengan uno. El grupo de servicios de aseo se encuentra capacitado para realizar la limpieza en cada uno de los laboratorios del departamento de criminalística, no se emplea el mismo método de limpieza en todos los grupos debido a que el nivel de rigurosidad en la limpieza incrementa dependiendo el grupo (como lo es para el grupo de genética forense e identificación humana).

De la limpieza en el área de oficinas se generan residuos de barrido además de las bolsas con la basura que se generan en cada grupo. En el área de laboratorios se emplean sustancias químicas como hipoclorito de sodio y amonio cuaternario para la limpieza, desinfección y esterilización en caso de ser necesario; por ejemplo, en el grupo de genética forense e identificación humana emplean una sustancia química el cual es “un desinfectante de amplio espectro que funciona como bactericida, fungicida, etc.”<sup>49</sup> Para la limpieza de pisos utilizan los mismos productos diluidos en agua según las instrucciones del producto con la ayuda de un traperero y estos residuos son vertidos al desagüe a medida que se limpia.

El grupo de balística por tener un tanque recuperador de proyectiles en el cual realizan disparos de armas, el agua queda contaminada con partículas de cromo y plomo, y para este caso, se aseguran que el agua este dentro de los parámetro de normatividad para el vertimiento de agua contaminada con metales pesado para verterla al desagüe.

**2.2.4 Mantenimiento.** El mantenimiento consta de limpieza, ajuste, reparación y cambio de piezas con respecto a los equipos de alta tecnología en el área de oficina y área de laboratorio como también recarga de cartuchos de tinta o cambio de filtros. Muchas de las ocasiones son las mismas empresas que suministran los equipos quienes envían personal capacitado que se encargan de hacer el mantenimiento de los mismos. Por lo general emplean aceites y grasas lubricantes o solventes para la limpieza y ajustes de piezas con toallas de papel o trapos de

---

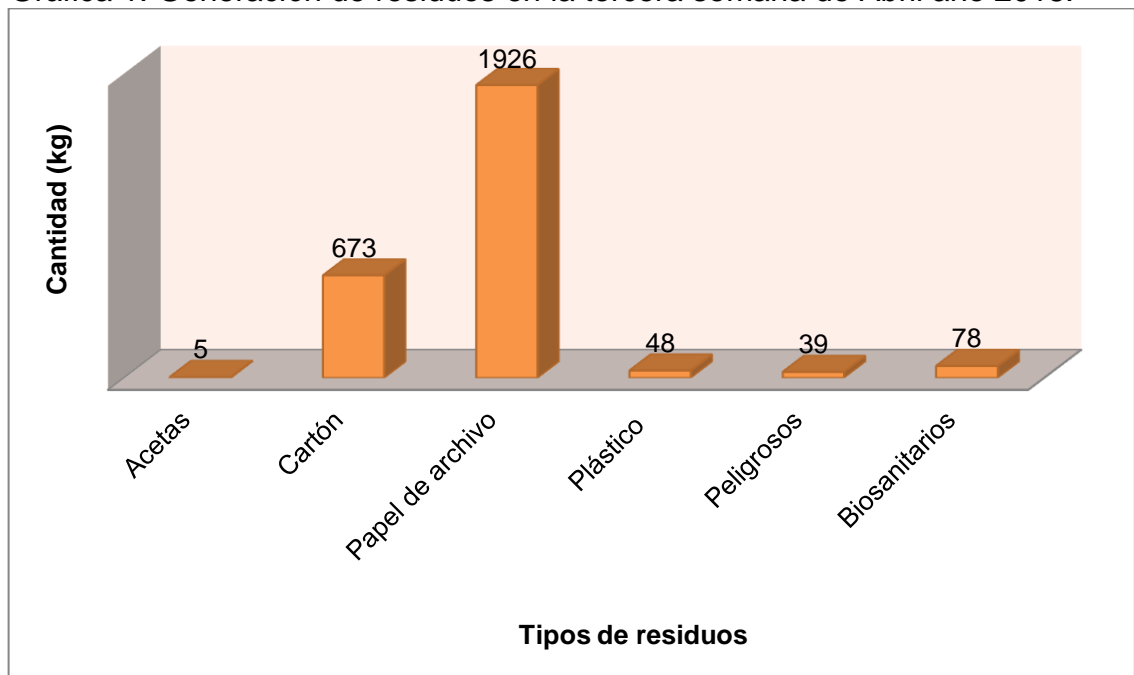
<sup>49</sup> KILLGERM. Rely+On™ Virkon® - 500g. [En línea]. Disponible en: <http://www.killgerm.es/catalogo/index.php/rely-on-virkon-500g>. [Consultado en 25 de Abril de 2018].

tela que se van a la basura. Si son personas enviadas por una empresa son ellas las encargadas de hacer la disposición de las piezas y filtros que retiran y reemplazan de los equipos, de lo contrario, son depositadas en la basura.

### 2.3 CANTIDADES GENERADAS DE RESIDUOS.

En la fiscalía general de la nación se genera en gran cantidad residuos con alto potencial de reciclaje y aprovechamiento, por ejemplo, en la gráfica 1 se puede observar la generación de residuos generada únicamente en la tercera semana del mes de Abril del presente año.

Gráfica 1. Generación de residuos en la tercera semana de Abril año 2018.



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la información suministrada de los años 2017-2018, se estima un rango mensual de residuos generados, los cuales se enuncian en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidades de residuos reciclables en la sede del Bunker.

Reciclables	Cantidad (kg)/mensual
• Acetas	5 -10
• Cartón	1100 -1200
• Papel de archivo	1000 – 2000
• Plástico (PET, envases)	30 – 50

Tabla 1. (Continuación).

<b>Reciclables</b>	<b>Cantidad (kg)/mensual</b>
• Bolsas plásticas	8 – 10
Ordinarios	2000 – 4000
Peligrosos	30 – 60
Biosanitarios	70 -140

Fuente: elaboración propia, con base en:  
FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.

En el centro de acopio de El Bunker tienen una compactadora en la cual, valga la redundancia, compactan los residuos sólidos reciclables y se tiene pensado hacer lo mismo con los residuos ordinarios para reducir el volumen de estos y aprovechar el espacio de almacenamiento.

Respecto a los recipientes que están destinados para los residuos especiales, el personal de aseo se encarga de comunicarse con la empresa LITO S. A. para que recojan estos residuos, al igual que con los residuos ordinarios, no llevan un registro sin embargo se está generando un formato para su diligenciamiento.

## **2.4 MANEJO Y DISPOSICIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS**

Los residuos son recolectados, almacenados en los centros de acopio y puestos a disposición de las empresas con las cuales la fiscalía celebra un contrato para la recolección de residuos reciclables, ordinarios, orgánicos y peligrosos (biológicos y químicos).

Todos los grupos guardan los residuos con potencial a ser reciclados como cajas de cartón, hojas dañadas en la impresión, botellas plásticas, etc., en un área de la oficina que no les incomode. En el caso de las hojas para reciclaje, estas son almacenadas en cajas de cartón con un tamaño acorde a la cantidad de hojas que son enviadas a reciclaje; cuando estas cajas están llenas, las hojas son recolectadas junto a lo demás que tenga el grupo para enviar por reciclaje y son enviadas al centro de acopio donde se almacenan hasta que la empresa contratada para la recolección pase por el reciclaje a las instalaciones de la fiscalía. Estos reciclajes son recolectados por Gestión Ambiental de Colombia SAS con quien celebran un contrato de contraprestación de servicio, en el cual se realiza la recolección de los mismos y esta empresa les entrega módulos de reciclaje, señalizaciones y/o elementos que son empleados para fomentar el reciclaje dentro de las instalaciones de la fiscalía.

Actualmente se está ejecutando una campaña llamada “justicia verde, juntos podemos” como se observa en la figura 3, en el cual se promueve la cultura del reciclaje dentro de las instalaciones de “El Bunker” donde se encuentran diversos

puntos de reciclaje en los edificios más concurridos o con más actividad generadora de residuos reciclables.

Imagen 3. Logo  
campaña "Justicia  
verde,  
Juntos  
podemos".



Fuente: elaboración propia.

Adicional a esta campaña, la fiscalía también está trabajando en otra campaña cuyo nombre es "Cero Vertimientos" la cual se está pensando implementar en los grupos de análisis ambientales, genética forense y química forense. Esta campaña consiste en que todos los líquidos generados en estos grupos sean recolectados en recipientes para su almacenamiento temporal dentro de cada grupo para luego ser transportados al área de acopio donde serán vertidos en un tanque con mayor capacidad para nuevamente un almacenamiento temporal mientras se le solicita a la empresa contratada para residuos peligrosos ir por este residuo para su recolección y disposición final.

Esta campaña quiere disminuir todo tipo de residuos líquidos generados desde los diferentes análisis hasta el residuo proveniente del lavado de material de los grupos mencionados. Como dato adicional, se instalaron trampas de grasas en el área de restaurante para evitar la contaminación de las aguas y una adicional entre los laboratorios para igualmente disminuir la carga contaminante.

Los residuos ordinarios e inertes son recolectados diariamente en todos los grupos, en las horas de la mañana antes de iniciar la hora de trabajo, el personal de aseo recolecta la basura si las canecas se encuentran  $\frac{3}{4}$  o llenas. Una vez finalizado el recorrido por todos los grupos, las bolsas son llevadas al centro de acopio para su almacenamiento temporal. El día de recolección de la basura, la empresa LIME S.A. es la encargada de disponer de este tipo de residuos.

Los residuos biológicos son separados de los residuos químicos y depositados en bolsas rojas de alto calibre, cuando el personal de aseo realiza la recolección de estos residuos, los sellan y a la bolsa le coloca un rotulo el cual dice el grupo del cual proviene, que son residuos biológicos y la fecha de la recolección, junto con las bolsas que contienen los residuos biológicos también disponen de los guardianes de seguridad para los objetos corto-punzantes pero estos se recolectan cuando el recipiente se encuentre a  $\frac{3}{4}$  de su capacidad. Una vez terminada la ruta sanitaria son almacenados temporalmente en el centro de acopio. La recolección de este tipo de residuos se realiza semanalmente. El gestor externo designado para la recolección, transporte y tratamiento de estos residuos es la empresa ECOCAPITAL.

Esta empresa ofrece servicios de esterilización en autoclaves para residuos clasificados como biosanitarios para la destrucción de microorganismos patógenos<sup>50</sup> y termodestrucción para “el tratamiento de residuos anatomopatológicos, cortopunzantes y de animales”<sup>51</sup> como sus métodos predilectos para el tratamiento de residuos peligrosos, además del “servicio de disposición final de los materiales desactivados a través de los diferentes tipos de tratamientos”<sup>52</sup>.

Los residuos químicos son separados de los demás tipos de residuos y son depositados en bolsas rojas de alto calibre, en el caso de elementos de vidrio estos son depositados en una caja de cartón que tiene una bolsa roja de alto calibre, una vez llena la caja, son selladas y colocadas en otra bolsa roja con un rotulo indicando el grupo en el cual fue recolectado, el tipo de residuo y la fecha de recolección. Estos residuos son almacenados en el centro de acopio se contacta a la empresa contratada para el transporte, tratamiento y disposición final de los residuos para que se acerque a la fiscalía a recolectarlos.

La entidad contratada para esta labor la empresa LITO S.A.S. la cual es la encargada de la gestión integral de excedentes industriales, RAEEs y residuos químicos peligrosos en los laboratorios de criminalística<sup>53</sup>. También realizan manejo de pipas de gas, baterías, electrodomésticos, envases de o contaminados con sustancias químicas, entre muchos más empleando como uno de sus tratamientos la incineración ya sea de residuos RAEE hasta envases contaminados y llantas. Para los residuos químicos líquidos, en los grupos generados de este residuo cuentan con bidones entre 5 y 15 galones para su

---

<sup>50</sup> ECOCAPITAL. Tratamientos. [En línea]. Disponible en: <http://ecocapital.co/servicios/tratamientos/>. [Consultado el 25 de Abril de 2018].

<sup>51</sup> ECOCAPITAL. Tratamientos. [En línea]. Disponible en: <http://ecocapital.co/servicios/tratamientos/>. [Consultado el 25 de Abril de 2018].

<sup>52</sup> ECOCAPITAL. Tratamientos. [En línea]. Disponible en: <http://ecocapital.co/servicios/disposicion-final/>. [Consultado el 25 de Abril de 2018].

<sup>53</sup> LITO S.A.S. Nosotros. [En línea]. Disponible en: <http://www.litoltda.com/index.php/nosotros>. [Consultado el 30 de Abril de 2018].

respectivo almacenamiento. Dado que el volumen de estos residuos es menor a un galón mensual no es necesario recolectarlo de manera periódica, únicamente cuando la cantidad recolectada lo amerita, se solicita el servicio de recolección al gestor externo.

El vertimiento de residuos líquidos peligrosos químicos y biológicos al sifón sucede porque para el desarrollo de pruebas como la identificación de grupos funcionales y compuestos químicos (grupo de microscopía electrónica de barrido y balística forense) manejan cantidades de entre 0.3 ml y 0.5 ml de reactivos químicos y realizan el lavado de los instrumentos ya sean de plástico o de vidrio con bastante agua destilada.

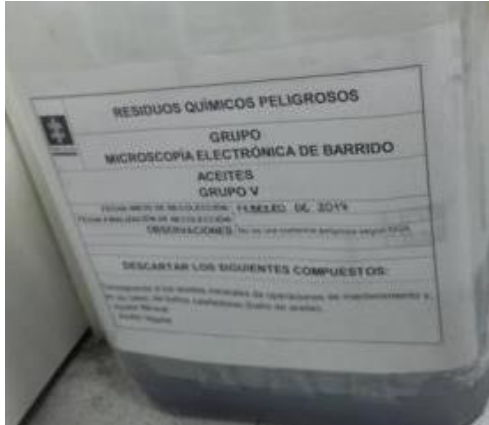
En el anexo E se encuentra la tabla 5 con los residuos peligrosos químicos y biológicos generados en los grupos que cuentan con laboratorios. Todos los grupos que se mencionan en la tabla 5 generan frascos contaminados con reactivos, recipientes de vidrio y plásticos de reactivos cuyo destino son para un manejo externo y los elementos de protección personal para tratamiento y disposición final. Las casillas con la frase “no hay” hace referencia a que son arrojados a la basura convencional contaminando los demás residuos aprovechables, no aprovechables y ordinarios/inertes.

#### **2.4.1 Almacenamiento interno.**

**2.4.1.1 Residuos.** En la mayoría de los grupos, los residuos generados son ubicados en una zona específica de cada grupo como lo es la zona donde ubican las canecas de basura. Para los residuos químicos líquidos, en los grupos generados de este residuo cuentan con bidones entre 5 y 15 galones para su respectivo almacenamiento. Dado que el volumen de estos residuos es menor a un galón mensual no es necesario recolectarlo de manera periódica, únicamente cuando la cantidad recolectada lo amerita, se solicita el servicio de recolección al gestor externo. Un ejemplo de los recipientes con los cuales cuentan en los laboratorios se muestra en las figuras.



Imagen 4. Bidón para el almacenamiento de residuos líquidos grupo de microscopía electrónica de barrido.



Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.

En el edificio T tercer piso se encuentra un almacén de paso para el almacenamiento de residuos peligrosos el cual cuenta con contenedores rotulados de acuerdo al tipo de residuo que se ha de depositar ahí.

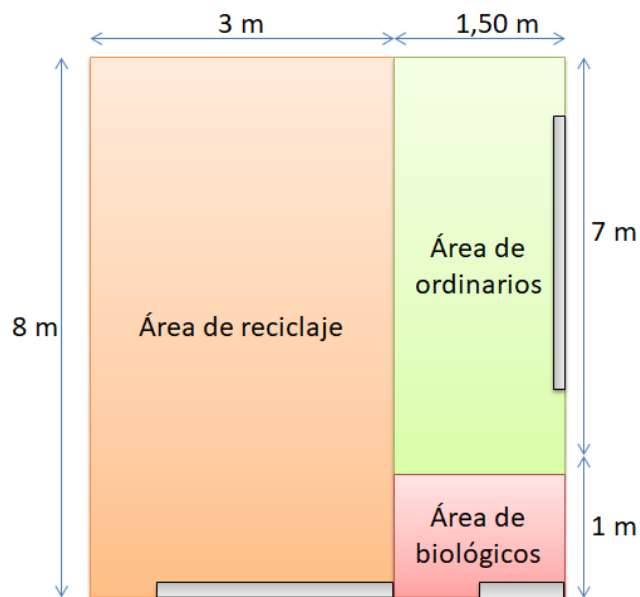
Imagen 5. Almacén temporal de residuos para el grupo de genética forense e identificación humana.



Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.

**2.4.1.2 Centro de acopio.** El centro de acopio de residuos en El Bunker tiene cuartos divididos para el almacenamiento de los residuos sólidos reciclables, ordinario y de riesgo biológico para evitar que se mezclen. Este lugar cuenta con la siguiente distribución.

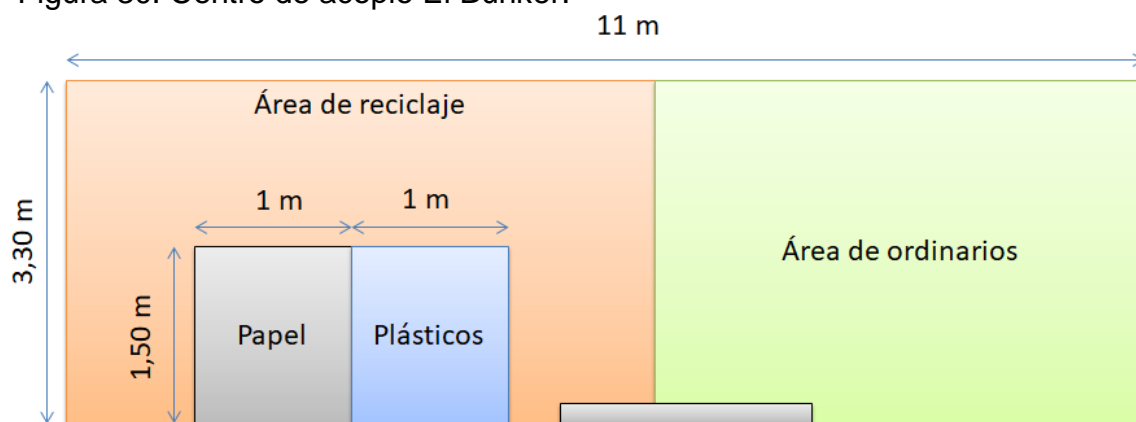
Figura 29. Centro de acopio de El Bunker.



Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.

El centro de acopio de residuos en Paloquemao es un espacio amplio pero con una distribución incómoda para el correcto almacenamiento de los residuos y evitar que se mezclen entre ellos. Este lugar cuenta con las siguientes dimensiones (no cuenta con división de pared entre los residuos reciclados y los ordinarios).

Figura 30. Centro de acopio El Bunker.



Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.

Actualmente en la sede de Paloquemao no cuentan con un lugar específico para el almacenamiento de residuos peligrosos.

## 2.5 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Es importante identificar y clasificar los residuos peligrosos, bien sean biológicos o químicos, porque esto ayuda a realizar una correcta disposición de los mismos dentro de las instalaciones de cada grupo que conforma el departamento de criminalística. Para esto se procede a realizar una clasificación de los residuos con la ayuda de las normas y decretos ambientales vigentes colombianas, esto con el fin de ayudar a mitigar y controlar la generación de los mismos y disminuir el posible impacto ambiental que puede generarse por el mal manejo y disposición que se le está dando a los mismos.

La clasificación se remitirá al decreto 4741 de 2005 que “reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”<sup>54</sup> y a las hojas de seguridad de las sustancias manejadas por los grupos para conocer sus características de peligrosidad. Antes de continuar, es necesario recalcar que para determinar si un residuo posee características de peligrosidad mencionadas por el Decreto 4741 de 2005, es necesario realizar una caracterización en los laboratorios acreditados por el IDEAM; sin embargo, por temas económicos esto no ha sido posible por lo cual para la determinación de peligrosidad se tendrá en cuenta el origen del residuo en el proceso de cada grupo y como se mencionó anteriormente, su respectiva hoja de seguridad.

**2.5.1 Decreto 4741 de 2005.** A continuación se presenta una fracción de la lista de los residuos generados en el grupo de microscopia electrónica de barrido los cuales fueron clasificados de acuerdo al Decreto 4741 de 2005. En el anexo F se encuentra la clasificación de los residuos peligrosos y no peligrosos de todos los grupos.

Tabla 2. Clasificación de residuos grupo de microscopia electrónica de barrido.

Nombre	Residuo	Desecho	No peligroso	Peligroso	Corto-punzante	CRETIB						Código
						C	R	E	T	I	B	
Potasio perclorato		X		X			X					Y15, A4080
Potasio permanganato		X							X			Y14, A4150
Sodio nitrato		X		X			X					Y15
Sodio nitrito		X		X			X		X			Y6
Ácido bórico		X		X					X			Y34, A4090

<sup>54</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 4741. Op. cit., p. 1-29.

Tabla 2. (Continuación).

Ácido sulfanílico		X		X		X			X			Y34, A4090
Bario cloruro dihidratado		X		X					X			Y14, A4150
Carbono tetracloruro		X		X					X			Y6
Cloruro cobre (I)		X		X					X			Y22
Cloruro dihidratado cobre (II)		X		X					X			Y22
Sulfato anhidro cobre (II)		X		X					X			Y22
Difenilamina		X		X					X			Y14, A4150
Fenol		X		X					X	X		Y39, A3070
Fenolftaleína		X		X					X	X		A4140

Fuente: elaboración propia.

En el anexo G se encuentra una tabla con el significado de los códigos con los cuales se clasificaron los residuos de la tabla 2 del Decreto 4741 de 2005. Si requiere conocer el significado de todos los códigos presentes en el anexo G, puede dirigirse a los anexos del Decreto.

**2.5.2 Caracterización de los residuos.** En el cuadro número 3 y 4 se encuentran un resumen del total de cantidades generadas de residuos las cual se divide en residuos no peligrosos y residuos peligrosos respecto a las características de peligrosidad de los residuos generados. Cabe aclarar que algunos de los residuos generados presentan más de una sola característica de peligrosidad, por consiguiente, en el conteo presentado en el siguiente cuadro se encuentran residuos repetidos en la clasificación del CRETIB. En el cuadro número 4 se encuentra la frecuencia de generación de residuos dependiendo la característica de peligrosidad de cada grupo, esa se realizó de acuerdo a las cantidades encontradas en el cuadro 3.

Tabla 3. Características de residuos generados y su peligrosidad en cada grupo.

Total de residuos generados por cada grupo	Cantidad de residuos no peligrosos generados por cada grupo	Cantidad de residuos peligrosos generados por cada grupo	Grupo	C	R	E	T	I	B	Frecuencia total
111	15	96	Análisis ambientales	19	1	2	58	19	3	102
20	13	7	Automotores	1	0	1	4	1	2	9
44	12	32	Balística forense	12	0	1	12	6	3	34
125	12	113	Genética forense	22	8	4	73	22	15	144
20	12	8	Identificación humana	0	0	0	2	0	6	8
58	15	43	Lofoscopia y NN's	3	1	0	27	18	4	53
104	15	89	Microscopía electrónica de barrido	17	8	4	58	14	4	105
106	12	94	Química forense	15	6	2	71	34	17	145

Fuente: elaboración propia.

Por ejemplo, el grupo de microscopía electrónica de barrido genera una frecuencia de 17 tipos de residuos que son corrosivos dentro del total de frecuencia de residuos generados con características de peligrosidad. Por ende, para este grupo se tiene que.

$$\frac{17 \text{ (frecuencia de residuos corrosivos)}}{105 \text{ (total de frecuencia de residuos peligrosos)}} \times 100\% = 16.19 \rightarrow 16.2\%$$

De esta manera se obtiene la frecuencia de cada característica de peligrosidad de cada grupo generados de residuos peligrosos. En la tabla 4 se presentan las frecuencias de cada grupo.

Tabla 4. Frecuencia de características de residuos generados y su peligrosidad en cada grupo.

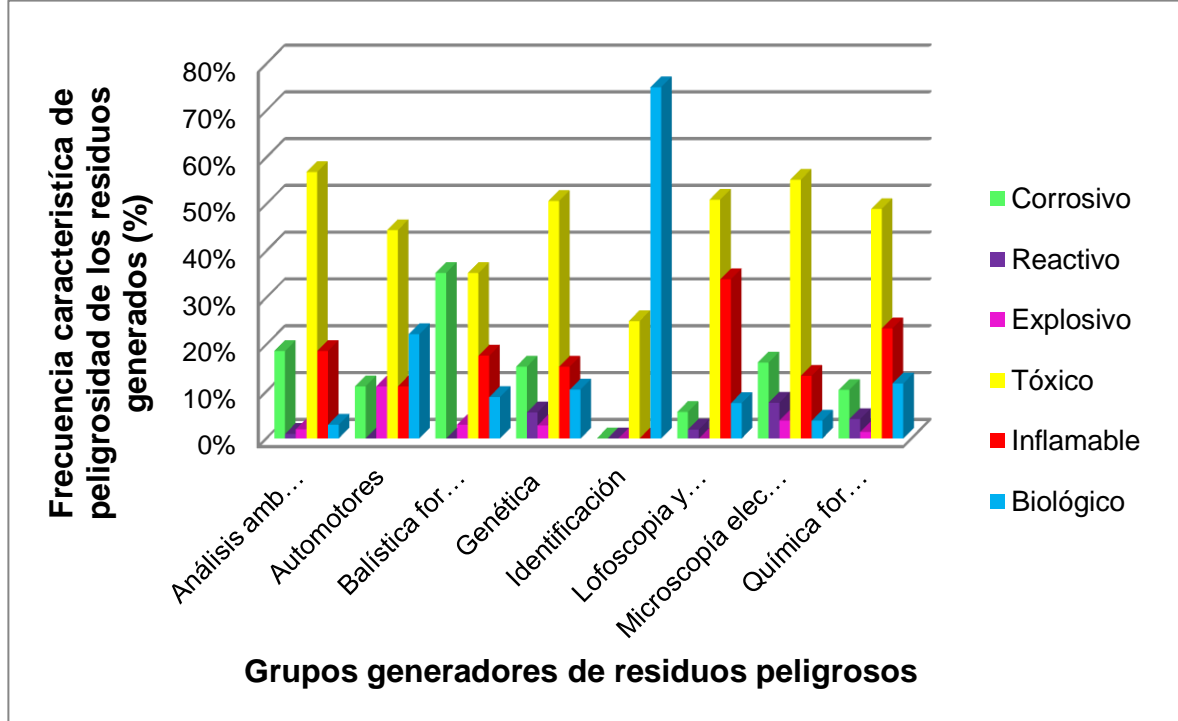
Total de residuos generados por cada grupo	Cantidad de residuos no peligrosos generados por cada grupo	Cantidad de residuos peligrosos generados por cada grupo	Grupo	C	R	E	T	I	B
				Frecuencia (%)					
111	15	96	Análisis ambientales	18.6	1.0	2.0	56.9	18.6	2.9
20	13	7	Automotores	11.1	0.0	11.1	44.4	11.1	22.2
44	12	32	Balística forense	35.3	0.0	2.9	35.3	17.6	8.8
125	12	113	Genética forense	15.3	5.6	2.8	50.7	15.3	10.4
20	12	8	Identificación humana	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	75.0
58	15	43	Lofoscopia y NN's	5.7	1.9	0.0	50.9	34.0	7.5
104	15	89	Microscopía electrónica de barrido	16.2	7.6	3.8	55.2	13.3	3.8
106	12	94	Química forense	10.3	4.1	1.4	49.0	23.4	11.7

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se observa, por ejemplo, que en el grupo de microscopía electrónica de barrido se generan 89 tipos de residuos químicos que presentan un grado de peligrosidad entre los cuales 16.2% son corrosivas, 7.6% son reactivos, 3.8% son explosivos, 55.2% son tóxicos, 13.3% son inflamables y 3.8% son biológicos como características CRETIB. Entre los residuos generados se pueden encontrar ácidos, bases, sales, compuestos orgánicos e inorgánicos, solventes, metales pesados, etc. Cabe resaltar que la mayoría de los residuos no presentan una única característica de peligrosidad, algunos pueden presentar 2 o hasta 3 tipos de características. La tabla de porcentajes de frecuencia se obtuvo teniendo en cuenta la frecuencia total de residuos generados en cada grupo y la cantidad de residuos generados que presentan alguna característica de peligrosidad.

En la gráfica 2 se puede observar una comparación cualitativa de la tabla 4 de los grupos generadores de residuos peligrosos vs las características de peligrosidad CRETIB de los residuos generados.

Gráfica 2. Comparación entre cada grupo generador de residuos peligrosos.



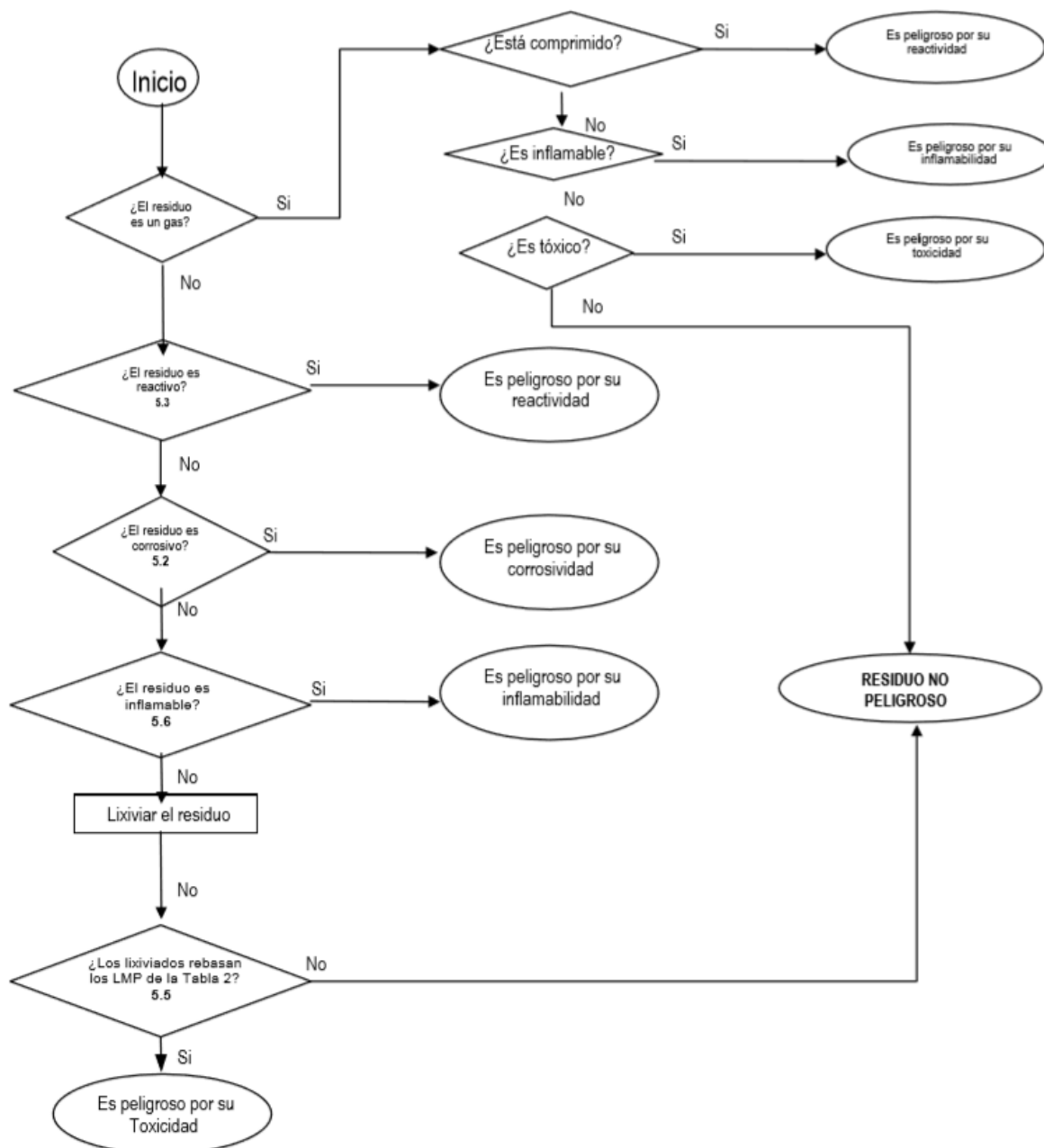
Fuente: elaboración propia.

De los residuos generados en los grupos mencionado anteriormente, es la toxicidad la característica que predomina en la generación de residuos peligrosos, excepto en el grupo de identificación humana en el cual tiene un mayor impacto los residuos biológicos.

Con el siguiente árbol de decisiones se puede determinar la peligrosidad de los residuos de acuerdo a sus características de peligrosidad teniendo también en cuenta el estado en el cual se encuentra el residuo o desecho y la definición de peligrosidad que presentan los numerales que se muestran en la figura 30.<sup>55</sup>

<sup>55</sup> Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-052-ECOL-2001, Que establece el procedimiento de identificación, clasificación y el listado de los residuos peligrosos. Diario Oficial. México D. F. Julio 26, 2002, primera sección. p 49.

Figura 31. Árbol de decisiones para determinar características de peligrosidad.



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: [http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/semarnat052-Proy2002\\_07.pdf](http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/semarnat052-Proy2002_07.pdf).



## 2.6 CONCLUSIÓN DIAGNOSTICO

Los principales problemas encontrados son vertimiento de residuos líquidos, contaminación cruzada de residuos peligrosos con no peligrosos, almacenamiento de sustancias químicas poco seguras para los trabajadores e inadecuada separación de residuos en el área de oficina. El manejo de residuos y desechos se ha ido trabajando en el último año por parte de la fiscalía evidenciado por la campaña de “Justicia verde, juntos podemos” y en la que actualmente está en proyecto la cual es “Cero vertimientos”.

Dentro de la gestión que la fiscalía está realizando hay algunas falencias como el aun vertimiento de los líquidos de lavado de instrumentos contaminados con sustancias químicas las cuales vierten por el desagüe o la contaminación cruzada de residuos por el poco conocimiento en el tema de la separación de residuos y desechos, pero con las campañas que se están implementando, puede lograrse una mejora en estos aspectos.

De todos grupos que conforman el cuerpo técnico de investigaciones son tres grupos (genética forense, identificación humana y lofoscopia) los que han adelantado un plan de gestión para el manejo de sus residuos y desechos no peligrosos y peligrosos.

Todos los grupos de criminalística son generadores de residuos ya sean peligrosos o no peligrosos. De los 10 grupos generadores de residuos peligrosos 8 son los que generan los residuos y desechos con un mayor grado de peligrosidad tanto para el hombre como para el medio ambiente. Los 8 grupos son:

- Análisis ambientales.
- Automotores
- Balística forense.
- Genética.
- Identificación humana.
- Lofoscopia y NNS.
- Microscopía electrónica de barrido.
- Química forense.

En el siguiente capítulo se hablará de posibles aprovechamientos, tratamientos y disposición de los residuos generados en todos grupos bien sean peligrosos o no peligrosos, esto con el fin de ayudar a mejorar el actual manejo que se en cada grupo le está dando al tema de los residuos.

### 3. ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN, PREVENCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

Es importante analizar y presentar alternativas enfocadas a buscar la prevención y minimización de la generación de residuos por medio de la reducción desde la fuente de origen y determinar la viabilidad de reciclar, reutilizar, recuperar y regenerar los residuos con el fin de disminuir la cantidad producida y la peligrosidad de cada grupo determinando la posibilidad y viabilidad económica de realizar tratamientos físicos, químicos, físico-químicos y si es accesible u obligatorio según la ley ambiental, llevar a cabo tratamientos térmicos dentro de las instalaciones de los grupos que poseen áreas de laboratorio<sup>56</sup>.

- **Minimización y prevención.** La minimización es una estrategia en pro de prevenir la generación de residuos para lograr una reducción de los mismos. Lo primero es generar conciencia de la importancia y el peso que se puede llegar a alcanzar realizando pequeñas actividades que a mediano y largo plazo van a tener unos resultados bastantes positivos y significativos dentro de las instalaciones de la fiscalía, ya que si se tiene un control de residuos desde el interior de la entidad, externalizarlo será mucho más sencillo.
- **Aprovechamiento.** Para lograr el aprovechamiento de los residuos es importante realizar una separación y recolección en la fuente de los residuos generados con un alto potencial de reducción, reciclaje y reutilización, además, el hecho de conocer los beneficios ambientales y económicos será un incentivo adicional para realizar una buena gestión de estos y para ello es necesario identificar los tipos de residuos generados y cuales tiene potencial de aprovechamiento.

#### 3.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

En primera instancia se hablará de los residuos considerados no peligrosos que se generan en cualquier lugar y actividad desarrollada que no representa ningún riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente<sup>57</sup>.

Los residuos que se generan en todos los grupos de criminalísticas se enlistan en el cuadro 11 junto con algunas opciones para la minimización y prevención de los mismos.

---

<sup>56</sup> Secretaria de Ambiente Distrital de Bogotá. Lineamientos Generales Para La Elaboración De Planes De Gestión Integral De Residuos O Desechos Peligrosos a Cargo De Generadores. Op. cit., p 18.

<sup>57</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 2676. (22, diciembre, 2000). Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. Op. Cit., p 1-12.

Cuadro 11. Alternativas de minimización y prevención de residuos no peligrosos.

Residuo	Definición	Ejemplo	Minimización y prevención
Reciclables	No se descomponen fácilmente. Pueden ser utilizados como materia prima en otros procesos productivos.	Hojas, cartón y papel archivo limpio y seco (sin arrugar), artículos de plástico, bolsas plásticas limpias, carpetas plásticas sin ganchos, desechables plásticos, garrafas, envases, tapas de plástico, carpetas sin ganchos, cuadernos, periódico, sobres de manila, revistas no esmaltadas o brillantes, botellas de vidrio, envases, frascos retornables limpios y secos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación en la fuente.</li> <li>• Mejor aprovechamiento del papel.</li> <li>• Reutilización de cajas de cartón.</li> <li>• Cambiar las botellas de plástico por botellas retornables o reutilizables.</li> <li>• Comprar únicamente lo necesario.</li> </ul>
Biodegradables	Restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente	Vegetales, restos de alimentos, jabones y detergentes biodegradables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de estos residuos para emplear como material de compostaje</li> </ul>
Ordinarios e inertes	Son generados en el desempeño normal de actividades. No se pueden descomponer ni transformar y su degradación requiere grades periodos de tiempo.	Papel sucio o engrasado, papel mantequilla, papel aluminio, papel carbón, envolturas de comida, residuos de barrido, chicle, empaque de tetrapack, pañuelos, servilletas, papeles encerados, plastificados y metalizados, cinta, papel tissue (limpio), icopor, pitillos, vasos de papel sucios, cigarrillos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la contaminación de papel con potencial de reciclaje.</li> <li>• reconsiderar si es de vital importancia el uso de esa materia prima</li> <li>• Buscar material que logre sustituir este tipo de materia prima por uno que pueda reciclarse</li> <li>• Utilizar en caso de ser relevante su uso.</li> <li>• Cambiar los contenedores de icopor por plástico reutilizable.</li> <li>• No utilizar pitillos.</li> <li>• Utilizar pocillos en lugar de vasos desechables.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

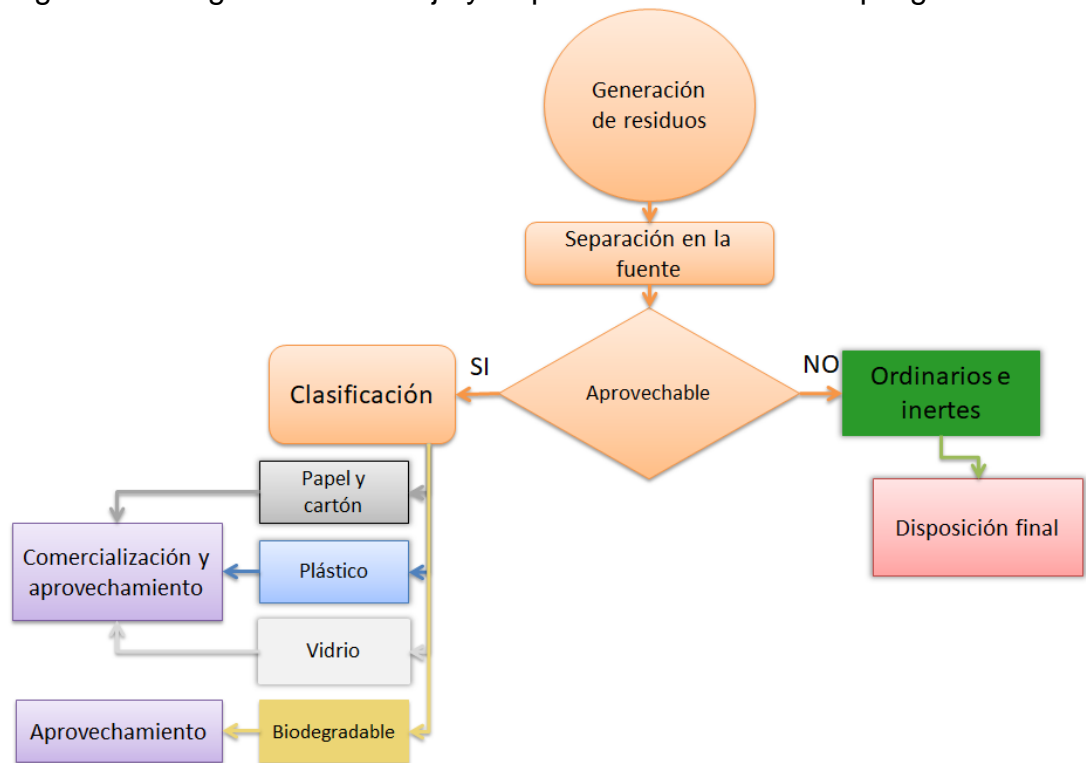
Los residuos RAEE y especiales no pueden ser arrojados a la basura, estos deben ser depositados en puntos de reciclaje autorizados para la recolección y disposición de los mismos debido a su grado de complejidad.

Dentro de esta lista se encuentran los residuos RAEE que se disponen en la fiscalía.

- Bombillos.
- Tintas de impresión.
- Pilas.
- Celulares.
- Cámaras.
- Computadores.

Para la disposición de estos, dentro de las instalaciones del Bunker y Paloquemao cuentan con canecas rotuladas y exclusivas para almacenar este tipo de elementos eléctricos y electrónicos los cuales una vez al mes son recolectados por las empresas que suministran las tintas de impresión o el mantenimiento de algunos equipos dentro de los grupos. En la figura 32 se observa cual sería una opción viable para el manejo y disposición de los residuos.

Figura 32. Diagrama de manejo y disposición de residuo no peligrosos.



Fuente: elaboración propia.

Los residuos aprovechables actualmente los venden para obtener ingresos extra y realizar adecuaciones que se consideren necesarias para continuar con el buen manejo de los residuos y mejorara el aprovechamiento de los mismos.

## 3.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Este tipo de residuos son necesarios manejarlos con mucha cautela debido a que pueden ser un peligro para las personas y para el medio ambiente cuando no son gestionados de la manera correcta. Lo principal es encontrar estrategias que sean sencillas pero efectivas de ejecutar a corto y mediano plazo.

La minimización de este tipo de residuos inicia por medio de la reducción de sustancias químicas en la fuente, su reciclaje o posibles tratamientos para disminuir la cantidad generada

**3.2.1 Reducción en la fuente.** Esta es una de las opciones más convenientes porque se logra reducir la generación de residuos peligrosos justo en el instante operacional en el cual fue generado y esto se logra por medio de varios factores que puede modificarse dentro de los procesos que son realizados en cada grupo que emplea sustancias químicas o material orgánico.

- **Cambio de reactivos.** Algunas sustancias que pueden cambiarse son las empleadas para la limpieza y desinfección de las áreas de trabajo en los laboratorios. Muchas de estas sustancias son tóxicas para el personal en caso de entrar en contacto con ellas o por ingesta como lo son los cloruros, alcoholes y amonios los cuales son las sustancias más empeladas para la producción de detergentes y sustancias de limpieza, desinfección y esterilización. Este tipo de detergentes por lo general son vertidos al desagüe siendo un riesgo para el medio ambiente. Para dar solución a esto, la recomendación es cambiar estos detergentes convencionales por detergentes biodegradables o enzimáticos que no afectan los cuerpos de agua, solo que este último requiere usarse junto a un desinfectante para realizar la labor de limpieza completa.
- **Cambios de procedimientos y operación.** Es bien conocido que un ajuste en los procedimientos realizados puede llegar a lograr cambios significativos reduciendo las cantidades de residuos químicos ya sean líquidos o sólidos, sin embargo, este ítem es descartado debido a que los procedimientos que se realizan en los laboratorios de criminalística se encuentran estandarizados y acreditados bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 la cual fue actualiza en el primer semestre del 2018 y bajo esta premisa se tiene la certeza de que lo que se está llevando a cabo, se está haciendo bien. Agregando que cuentan con las Buenas Prácticas de Laboratorios las cuales “Son un conjunto de reglas y procedimientos operativos que garantizan que los datos generados son reproducibles y representativos asegurando así la validez y confiabilidad de los resultados al ofrecer productos seguros e inocuos al consumidor<sup>58</sup>” según

---

<sup>58</sup> BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATIO. Dirección de medicamentos y productos biológicos. INVIMA. [En línea]. Formato: Diapositivas. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/ASS/ESA/ASS-ESA-DI130.pdf>

lineamientos del INVIMA, cumpliendo con todos los requerimientos en gestión, infraestructura, materiales, equipos, instrumentos, procedimientos de trabajos y seguridad para el correcto desarrollo y funcionamiento de sus procesos todo regido bajo la Resolución 1124 del 2016 en el cual “se establece la guía que contiene los criterios y requisitos para el estudio de biodisponibilidad y bioequivalencia de medicamentos, se define el listado de los que deben presentarlos y se establecen las condiciones de las Instituciones que los realicen<sup>59</sup>”.

De acuerdo a los procesos operaciones que realizan a diario en las instalaciones de la fiscalía, efectivamente refleja el procedimiento certificado que fue observado al realizar el diagnóstico de residuos de cada uno de los grupos del departamento de criminalística.

Lo que se puede hacer en cambio es concientizar a los trabajadores para que al momento de realizar sus actividades en los laboratorios sean conscientes del cuidado del medio ambiente y de la salud ayudando a reducir la generación de residuos aplicando sus conocimientos de las buenas prácticas de laboratorios.

Algunas otras alternativas para la minimización de la generación de residuos pueden ser:

- Adquirir materiales menos tóxicos.
- Comprar lo necesario y en las cantidades necesarias.
- Mantener el stock de sustancias químicas actualizado para evitar la acumulación de sustancias vencidas y evitar problemas.

**3.2.2 Recuperación.** Algunas sustancias pueden ser recuperadas o reutilizadas mediante procesos que puedan realizarse en los mismos laboratorios generadores, de esta manera no solo se logra reducir los residuos generados sino que también, el hecho de recuperar la materia prima con la cual trabajan, reduce los costos en compra de sustancias químicas. Uno de los métodos empleados en uno de los laboratorios para la recuperación de solventes es la destilación de acetona con carbón activado, la cual es práctica y eficiente logrando recuperar la acetona para la limpieza de herramientas.

En el caso de los residuos de los cromatógrafos estos podrían destilarse para recuperarse, estos residuos no son separados por compuesto sino que son vertidos en un recipiente común por lo que se recomienda emplear diferentes recipientes para cada solvente empleado como fase líquida dependiendo el tipo de

---

<sup>59</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Resolución 1124. (5, Abril, 2016). Por el cual se establece la guía que contiene los criterios y requisitos para el estudio de Biodisponibilidad y Bioequivalencia de medicamentos, se define el listado de los que deben presentarlos y se establecen las condiciones de las Instituciones que los realicen. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2016. no. 498836.

muestra o análisis y posterior, realizar el proceso de destilación para que se logre destilar el compuesto deseado evitando trazas de los demás compuestos. También, existe una opción la cual es la disposición de este residuo a empresas certificadas por el IDEAM como por ejemplo INDUSTRIAS FIQ el cual almacena y aprovecha los solventes usados así se encuentren mezclados.

**3.2.3 Disposición de residuos líquidos.** En caso de no realizar estabilización o neutralización de residuos se puede hacer disposición de los mismos para cuando vayan las empresas contratadas para su recolección y posterior disposición final. Esto ayuda a disminuir el riesgo de accidentes en caso de un posible derrame o fuga.

Para los residuos líquidos no se realiza un registro del volumen que generan por lo que los bidones no se llenan en su totalidad, para estos residuos simplemente se comunican con la empresa contratada para que se acerquen a las instalaciones a recogerlo y disponer de ellos. En el grupo de microscopia electrónica de barrido los componentes de los residuos líquidos son explosivos, es por eso que estos residuos son entregados al grupo encargado de los mismos para que los detonen de manera controlada.

Los principales grupos que realizan disposición de residuos líquidos son los grupos de análisis ambientales, genética forense, química forense, balística, lofoscopia, identificación humana y microscopia electrónica de barrido, sin embargo, como se menciona en el capítulo anterior, la fiscalía está trabajando en una campaña de cero vertimientos. La disposición se encuentra en el anexo F.

### 3.3 TRATAMIENTOS PROPUESTOS

Algunos de los tratamientos que pueden realizarse en los laboratorios de manera sencilla son tratamientos físicos (filtración) y químicos (neutralizaciones, precipitaciones) dependiendo el tipo de residuo generado (ácidos, bases, solventes, metales, etc.). En el cuadro 12 se plantean las alternativas de tratamientos accesibles y sencillos de ejecutar en los laboratorios.

Cuadro 12. Tratamientos y disposición de residuos peligrosos propuestos.

Grupo	Residuo	Tratamiento/Disposición
Análisis ambientales	Residuos de pruebas de análisis	Recolectar el líquido en bidones dependiendo las características de compatibilidad entre residuos, neutralizar y/o disponer de los mismos dependiendo el tipo de compuesto.
Automotores	Algodón impregnado con reactivo de FRY5	Depositar el algodón contaminado en una bolsa roja indicativa de residuo peligroso y disponer para su recolección.

Cuadro 12. (Continuación).

Grupo	Residuo	Tratamiento/Disposición
Automotores	Toallas y paños impregnados con vaselina y alcohol.	Depositar la toalla o paño contaminado en una bolsa roja indicativa de residuo peligroso y disponer para su recolección
Balística forense	Residuo de ultrasonido. Este líquido es vertido directamente al desagüe una vez la solución a perdido su eficacia. Este equipo se emplea para desinfectar evidencia contaminada con materia orgánica.	Filtrar el líquido, recolectar en un bidón el líquido y el sólido remanente en otro, disponer para desactivación y tratamiento de residuos con metales pesados.
	Residuos de líquidos de pruebas de identificación de compuestos de residuos de disparo en telas.	Filtrar el líquido, recolectar en un bidón el líquido y el sólido remanente en otro y disponer para tratamiento de residuos con metales pesados.
	Residuo de tanque de recuperación de proyectiles. El agua del tanque es vertida por el desagüe luego de medir y establecer que la cantidad de metales pesados si cumple con la normatividad vigente colombiana para ser dispuesto de esa manera.	Filtrar el líquido periódicamente y recolectar el sólido que son metales pesado en un recipiente rotulado. El agua puede ser reutilizada por periodos más largos pero cuando ya se encuentre muy saturada se recomienda almacenar en bidones y disponer como residuos peligrosos con metales pesados.
Genética	Residuos de restos óseos y dentales.	Recolectar en frascos plásticos sellados, depositar en bolsas rojas rotuladas y disponer para desactivación por incineración.
	Residuos corto punzantes	Desactivación química con germicidas y disposición en guardianes de seguridad.
	Residuos de etanol para el secado de restos dentales y óseos.	Recolección en bidones y disponer para desactivación.
	Residuos de buffer con EDTA proveniente del análisis de ADN.	Recolección en bidones, neutralizar con agua o verter directamente al alcantarillado o recolección en bidones y disponer para desactivación.
Identificación humana	Residuos de lavado de restos óseos	Colocar láminas de carbón activado al sistema de filtros que tienen incorporados en las mesas de trabajo. Cuando este saturado el filtro, disponer para inactivación.



Cuadro 12. (Continuación).

<b>Grupo</b>	<b>Residuo</b>	<b>Tratamiento/Disposición</b>
Identificación humana	Residuos de lavado de restos óseos	Recolectar el líquido en bidones y disponer para inactivación.
Lofoscopia	Desechos de exploraciones con polvos	Realizar las exploraciones en cabinas de extracción de gases con filtros. Cuando el filtro se sature, disponer a relleno sanitario.
	Desechos de exploraciones con líquidos.	Recolectar el líquido en bidones y enviar a disposición para desactivación.
	Desechos de lavado de cubetas de inmersión.	Recolectar el líquido en bidones y enviar a disposición para desactivación.
Microscopía electrónica de barrio	Residuos de líquidos de pruebas de identificación de compuestos.	Recolectar el líquido en bidones y neutralizar dependiendo el tipo de compuesto.
	Residuos de aceites.	Recolectar en frasco metálicos y disponer para recuperación.
	Residuos orgánicos e inorgánicos.	Recolectar en bidones y disponer para manejo.
Química forense	Residuos de líquidos de pruebas PIPH.	Recolectar el líquido en bidones por tipo de compuesto (semejantes) y neutralizar dependiendo el tipo de compuesto.
	Líquido resultante de la extracción de sustancia psicoactivas de camuflajes.	Realizar proceso de extracción por segunda vez al líquido resultante de la primera extracción para verificar que no quedaron remanentes y neutralizar.

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el cuadro 12, la mayoría de los residuos son para desactivación o relleno sanitario debido a la complejidad de los mismos. En el caso de los residuos de cromatografías los cuales se presentan en 4 de los grupos mencionados (análisis ambientales, genética, microscopía electrónica de barrido y química forense) el tratamiento propuesto es la recuperación de los solventes empleados por el método de la destilación. Por otra parte, la desactivación química consta de la incineración o disposición a empresas; en el caso de la incineración, esto se podría llevar a cabo en los laboratorios si se contara con una cámara de incineración controlada, como no se cuenta con una, se pone a disposición de empresas autorizadas para que realicen la gestión.

Los sólidos que resulten de la filtración como por ejemplo la sugerida en el grupo de balística serán recolectados y manejados como sólidos con compuestos de metales pesados.

Para el grupo de análisis ambientales, microscopia electrónica de barrido y química forense la neutralización es una alternativa planteada debido a que en estos grupos se puede realizar la separación de sus residuos en diferentes bidones.

**3.3.1 Tratamientos desarrollados a nivel laboratorio.** Los tratamientos que llevaron a cabo fueron 2, uno para el grupo de genética forense y otro para el grupo de microscopia electrónica de barrido.

Para el grupo de genética forense se realizaron unas pruebas de neutralización a dos residuos generados en ese grupo, el primer residuo recolectado fue una muestra de 210 ml de hipoclorito de sodio el cual es empleado para la limpieza de muestras dentales y óseas, para este residuo se empleó como neutralizador sulfito de sodio (1N) y tiosulfato de sodio (1N). El segundo residuo recolectado fue una muestra de 600 ml de buffer y EDTA el cual es empleado para análisis de muestras dentales y óseas, para este residuo se empleó hidróxido de sodio al 10% como medio neutralizante.

Para el grupo de microscopia electrónica de barrido, se recolectó una muestra de 180 ml aproximadamente de los residuos generados en la cromatografía HPLC, estos residuos contienen tres solventes (metanol, 2-propanol y agua destilada) que son empleados como fase líquida en la técnica mencionada. El tratamiento propuesto fue una destilación simple para determinar si es posible separar los solventes y recuperarlos para ser empleados de nuevo como fase líquida, para la preparación de pruebas preliminares o como un solvente de limpieza para piezas en el mantenimiento de equipos.

#### 3.3.1.1 Grupo de genética

- **Residuo de hipoclorito de sodio.** El residuo de hipoclorito de sodio del grupo de genética forense presenta un pH básico de 10.48. El hipoclorito de sodio en condiciones normales tiene un pH entre 12,5 y 13,5 bastante básico, corrosivo y nocivo para la salud. De acuerdo a fuentes teóricas, el sulfito de sodio y el tiosulfato de sodio pueden ser empleados como neutralizantes para el hipoclorito de sodio<sup>60</sup>, sin embargo no hacen ninguna mención a la concentración que estos deben tener para llevar a cabo la neutralización del hipoclorito de sodio, por lo cual se decide una concentración de 1N para ambos compuestos teniendo en cuenta que la concentración inicial establecida es considerable. Como indicadores se empleó el azul de bromotimol con un rango de viraje entre 6.0 y 7.6<sup>61</sup> y el rojo de cresol con un rango de viraje entre 7.2 y 8.8<sup>62</sup>.

<sup>60</sup> IDEAM. Hipoclorito de Sodio. [En línea]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia18.pdf>. Citado en Julio, 2018. p. 291.

<sup>61</sup> GOMEZ SOSA, Gustavo. Universidad Nacional Autónoma de México. Indicadores de pH. [Diapositivas]. [En línea]. México: 2010. Disponible en:

Otro aspecto que se tuvo en consideración fue realizar diluciones con agua del residuo para observar el comportamiento del mismo cuando este es vertido por el desagüe, y de esta manera, lograr determinar el impacto ambiental que posee este último al ser dispuesto de la manera anteriormente presentada.

Para ello, se tomó una muestra constante de 50 ml de hipoclorito de sodio con el tiosulfato de sodio como medio neutralizante y 20 ml constantes del hipoclorito para el sulfito de sodio como neutralizante. La variación de la cantidad constante para cada medio neutralizante se debe a que el valor inicial de la cantidad de muestra fue distribuida incorrectamente y no se contaba con la posibilidad de obtener más de este residuo debido a que la cantidad recolectada era el total de residuo con el cual contaban en los laboratorios del grupo de genética forense.

En la siguiente tabla se encuentran los resultados obtenidos de las neutralizaciones desarrolladas.

- **Neutralización con tiosulfato de sodio 1N.** La muestra de residuo fue de 50 ml constante y como indicador se utilizó el rojo de cresol, al ser un residuo básico, la muestra inicialmente que era de un color naranja claro se tiñó de color púrpura como se aprecia en imagen 6 y 7. El pH 1 indica el pH de la muestra sin adición del titulante y el pH 2 es el pH de la muestra con la adición del titulante. Los datos obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 5. Resultados neutralización con  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

Residuo cte (ml)	Dilución (ml)	pH 1	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml)	pH 2
50	0	10.48	8.8	11.48
50	20	10.46	8.8	11.60
50	120	10.37	8.8	11.93

Fuente: elaboración propia.

El residuo presentó un comportamiento en el cual, al ser diluido en agua destilada el pH disminuía en una proporción aproximadamente de 0.02 puntos por cada 20 ml de agua agregada y cuando se agregaba el neutralizante aumenta considerablemente el pH.

El titulante fue constante para observar principalmente el efecto del agua en el residuo en la neutralización. De acuerdo a los resultados se puede concluir que manteniendo el volumen constante del titulante, es este el principal responsable del aumento en el pH del residuo, por ende se determina que con

---

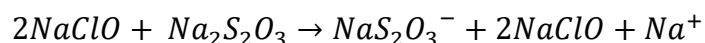
[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/12.IndicadoresdepH\\_9152.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/12.IndicadoresdepH_9152.pdf). Citado el 14 de Julio, 2018.  
Diapositiva 6.

<sup>62</sup> Ibid., p. 7.

dilución y a menor o sin adición del titulante el pH de la muestra problema podría disminuir, sin embargo no de manera significativa.

Una posible explicación a la disminución del pH con dilución y al aumento del pH agregando el titulante se presenta a continuación:

En la primera titulación que se realizó la cual fue sin dilución se asume que la reacción ocurrida fue la siguiente:



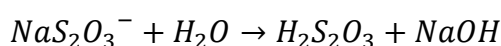
De la reacción se obtienen dos bases; esto genera que el pH aumente provocando que la alcalinidad de la muestra aumente lo cual desencadena que el pH inicial cambie de 10.48 a 11.48.

Al realizar las diluciones se asume que la reacción que ocurre es la siguiente:



A partir de un mecanismo de reacción donde el hipoclorito de sodio (NaClO) reacciona con el tiosulfato de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) para la obtención de clorito de sodio (NaClO<sub>2</sub>), un compuesto intermedio (NaS<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y un ion sodio (Na<sup>+</sup>). El compuesto intermedio anteriormente mencionado reacciona con el agua produciendo ácido trioxosulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) e hidróxido de sodio (NaOH).

El mecanismo de reacción se desglosa a continuación (rxn inter):



Los productos responsables del aumento en el pH de la muestra titulada son el clorito de sodio (NaClO<sub>2</sub>), el hidróxido de sodio (NaOH) y el ion Sodio (Na<sup>+</sup>) debido a que son bases débiles a comparación del ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) el cual es un ácido débil. También hay que considerar que el residuo de hipoclorito de sodio (NaClO) se encuentra contaminado con material biológico (restos óseos y dentales) lo cual también influye en que el pH de la muestra cambie al agregar el titulante por lo que se puede generar una serie de reacciones desconocidas.

- **Neutralización con sulfito de sodio 1N.** La muestra de residuo fue de 20 ml constante y como indicador se utilizó el rojo de cresol. El pH 1 indica el pH de la muestra sin adición del titulante y el pH 2 es el pH de la muestra con la adición del titulante. Los datos obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6. Resultados neutralización con Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>.

Residuo cte (ml)	Dilución (ml)	pH 1	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (ml)	pH 2
20	0	10.08	25	9.98
20	40	10.12	25	9.96
20	100	10.14	25	9.95

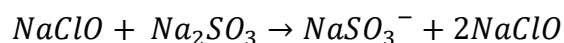
Fuente: elaboración propia.

Al contrario de la neutralización anterior, el pH inicial fue más bajo (cambios atribuidos al ambiente o calibración del pH metro) y al diluir la muestra el pH fue aumentando en proporciones mínimas de 0.02 a 0.04 puntos pero al agregar el Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> disminuyo en aproximadamente 0.10 a 0.20 puntos de pH, bastante bajo el cambio considerando la gran cantidad de neutralizante agregado el cual fue de 25 ml en cada neutralización.

Al igual que la titulación anterior, el titulante fue constante para observar el efecto del agua en el residuo en la neutralización. De acuerdo a los resultados se puede concluir que manteniendo el titulante constante es el agua el responsable del aumento en el pH del residuo por más bajo que haya sido el aumento, por otra parte, se considera que es demasiado titulante a agregar para disminuir en tan poco el pH de la muestra. Por ende se determina que sin dilución y a mayor titulante el pH de la muestra problema podría disminuir, sin embargo no de manera significativa.

Una posible explicación a la disminución del pH con dilución y al aumento del pH agregando el titulante se presenta a continuación:

En la primera titulación que se realizó la cual fue sin dilución se asume que la reacción ocurrida fue la siguiente:

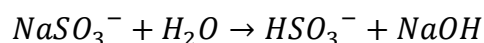
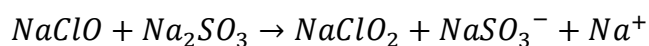


De la reacción se obtiene como producto un anión de sulfito, este genera que el pH disminuya provocando que la acidez de la muestra aumente lo cual desencadena que el pH inicial cambie de 10.08 a 9.98.

Al realizar las diluciones se asume que la reacción que ocurre es la siguiente:

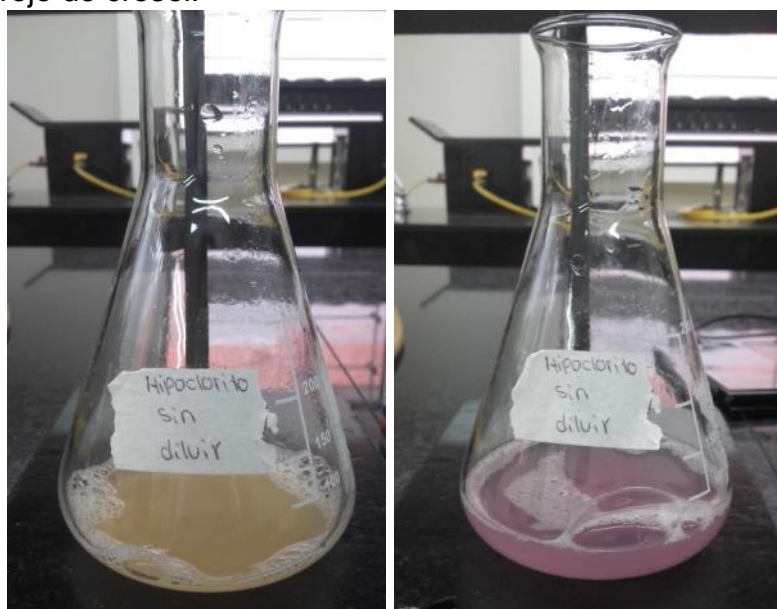


El mecanismo de reacción se desglosa a continuación (rxn inter):



Los productos responsables de la disminución en el pH de la muestra titulada son el anión sulfito ( $\text{NaSO}_3^-$ ) y el ion bisulfito ( $\text{HSO}_3^-$ ) debido a que son ácidos fuertes que afectan el pH de la muestra. También hay que considerar que el residuo de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) se encuentra contaminado con material biológico (restos óseos y dentales) lo cual también influye en que el pH de la muestra cambie al agregar el titulante por lo que se puede generar una serie de reacciones desconocidas.

Imagen 6 y 7. Muestra de  $\text{NaClO}$  sin y con indicador rojo de cresol.



Fuente: elaboración propia.

De lo anterior se puede concluir que ninguno de los dos compuestos empleados como titulantes con una concentración al 1N son efectivos como neutralizantes del residuo de hipoclorito de sodio. Al emplear el tiosulfato de sodio al 1N se puede observar que el pH del residuo aumenta logrando un valor altamente básico.

Mientras que, por otro lado, el sulfito de sodio al 1N logra disminuir el pH del residuo pero las cantidades empleadas son bastante altas para lo poco que logra disminuir el pH (25 ml de tiosulfato de sodio para disminuir el pH en un 1% aprox.).

Respecto a las diluciones realizadas inicialmente, no se observa un cambio significativo del pH del residuo por lo cual se puede establecer que diluyendo o no el residuo no hay un cambio en el pH que indique si es mejor o no realizar una dilución previa del residuo en cuestión.

- **Residuo de buffer y EDTA.** Una fuente teórica indica que el hidróxido de sodio al 10% puede neutralizar el compuesto EDTA<sup>63</sup> (los buffer que se encuentran mezclados con el EDTA son desconocidos por lo que son formulas exclusivas de la compañía creadora). Al igual que con el residuo anterior, este residuo también fue diluido en diferentes cantidades con agua para observar el comportamiento de este en caso de querer ser vertido por el desagüe.

El pH inicial del residuo fue de 6.59 un valor prácticamente neutro, pero, de acuerdo a Decreto 1076 de 2015 “todo vertimiento a un alcantarillado público deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas, en este caso, el pH que se debe cumplir es entre 5 a 9 unidades y la temperatura menor o igual a 40°C<sup>64</sup>. El residuo cumple con la norma y se puede verter sin sanciones de ley, sin embargo se va a proceder con la neutralización para determinar si es posible alcanzar un pH más neutral con un valor de 7 o cercano a este.

- **Neutralización con hidróxido de sodio al 10%.** La muestra de residuo fue de 50 ml constante y como indicador se utilizó el azul de bromotimol, al ser un residuo neutro, la muestra inicialmente que era de un color amarillo pálido se tiñó de color verde azulado como se aprecia en la figura 8 y 9. El pH 1 indica el pH de la muestra sin adición del titulante y el pH 2 es el pH de la muestra con la adición del titulante. Los datos obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 7. Resultados neutralización con NaOH.

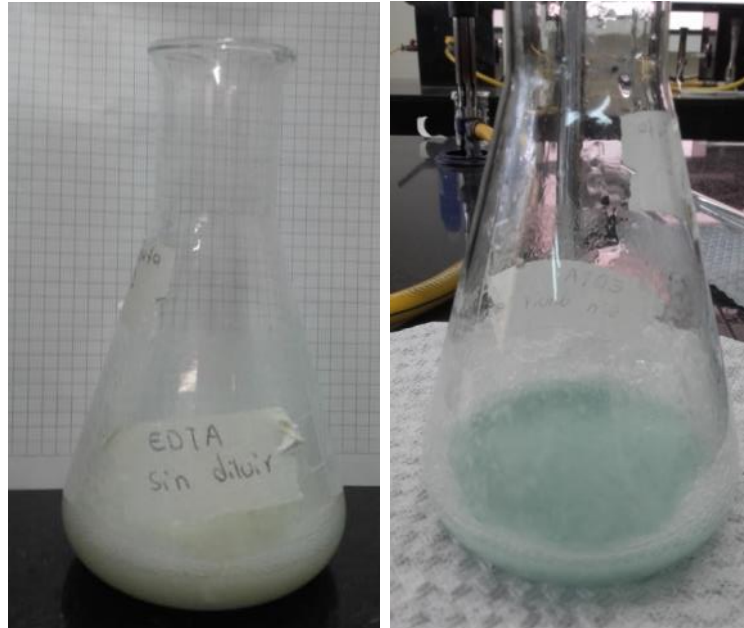
Residuo cte (ml)	Dilución (ml)	pH 1	NaOH 10% (ml)	pH 2
50	0	6.59	0.3	7.68
50	20	6.65	0.3	7.84
50	50	6.75	0.3	7.90
50	100	6.82	0.4	8.53
50	150	6.92	0.4	8.57

Fuente: elaboración propia.

<sup>63</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLAN. Manual de desechos tóxicos. [En línea]. Disponible en: <http://www.itsteziutlan.edu.mx/index.php/2013-03-12-21-20-41/category/117-91-seguimiento-y-medicion-desempeno?download=403:programa-de-manejo-de-residuos-especiales-itst-2017> [Citado el 14 de Julio, 2018]. p. 16.

<sup>64</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 1076. (2, Mayo, 2015). Por el cual se expide el Decreto Único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2015. no. 49523.

Imagen 8 y 9. Muestra de buffer con EDTA sin y con indicador azul de bromotimol.



Fuente: elaboración propia.

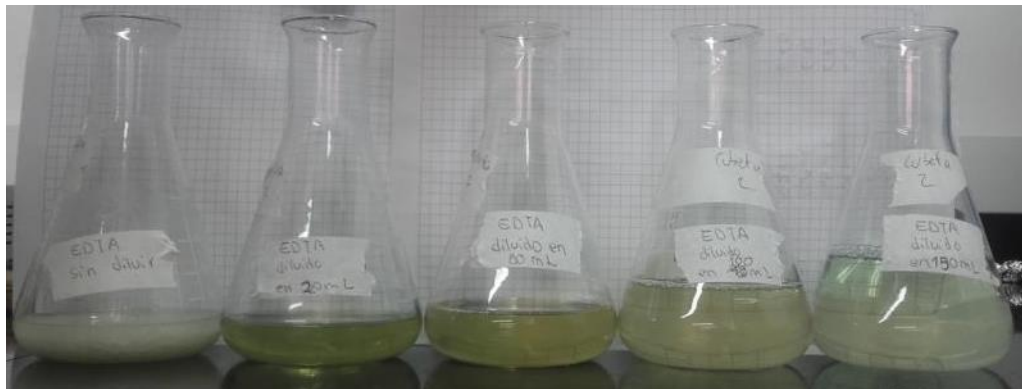
De los resultados anteriores se concluye que se necesita menos de 1 ml (0.3 a 0.4 ml) de hidróxido de sodio para aumentar el pH y aun así continuar dentro del rango establecido por el Decreto 1076 de 2015.

Se puede observar que sin agregar el NaOH al 10% y haciendo las diluciones, el pH del residuo aumenta aproximadamente entre 0.06 y 0.1 puntos por cada 50 ml de agua destilada agregada acercándose al valor de la neutralidad sin embargo, al agregar el hidróxido de sodio el pH comienza a alejarse considerablemente de un pH de un valor neutro a un valor alcalino como se puede ver en la dilución con 150 ml de agua destilada que ya alcanza un valor de 8.57 de pH.

En este caso, lo recomendable es solamente diluir en agua, medir el pH y verter por el alcantarillado por lo que, por norma, no se está incumpliendo con las normas de vertimiento al alcantarillado.



Imagen 10. Viraje de color neutralización del residuo de buffer con EDTA.



Fuente: elaboración propia.

Como adicional, de este residuo no se tiene mucha información, solo que es de un color amarillo pálido, sin un olor característico, un poco viscoso y soluble en agua, sin embargo, para observar su comportamiento a diferentes temperaturas se sometió a calentamiento en una plancha de calentamiento 50 ml del residuo sin diluir en agua destilada y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- A los 25°C el residuo sigue manteniendo su color, olor.
- A los 37°C el residuo se torna de color amarillo cobre claro.
- A los 45°C el color se intensifica y se precipitan unas partículas de color blanco que luego de unos segundos se disuelven.
- A los 64°C inicia un burbujeo leve en el fondo del recipiente y se aprecian los primeros vapores, el olor se hace más intenso.
- A los 80°C se considera el punto de ebullición debido a la intensidad del burbujeo, la formación y crecimiento rápido de espuma y las cantidades considerables de vapor que expide el residuo.
- A los 97°C la espuma crece aproximadamente 4 cm de altura y sigue siendo de color blanca, el olor es cada vez más intenso y penetrante.
- A los 100°C la espuma llega al borde del recipiente y pareciera que queda muy poco residuo para calentar, el olor es cada vez más penetrante, generando dolor de cabeza y malestar leve.
- A los 145°C ya no hay espuma pero el restante de residuo se torna color miel y muy viscoso, donde la viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura, el olor es cada vez más penetrante, provocando malestar general, tos, mareos, dolor de cabeza y sensación de ahogo.
- A los 160°C el residuo toma un color miel oscuro, como si se estuviera oxidando y hay formación de espuma nuevamente del mismo color, el olor es cada vez peor.
- A los 170°C se retira el recipiente de la plancha de calentamiento y se coloca en la campana extractora hasta que se enfríe y desaparezca el olor.

- Al enfriarse el residuo, su viscosidad es bastante baja y fue necesario volver a calentar para retirar el agitador de vidrio del residuo.
- Enfriado en su totalidad ya no es soluble en agua.

En la imagen 11 se puede observar del comportamiento del residuo a 97°C, 100°C, 120°C, 160°C y 170°C, a esta última temperatura se retira el recipiente de la plancha.

Imagen 11. Comportamiento del residuo de EDTA en presencia de calentamiento.



Fuente: elaboración propia.

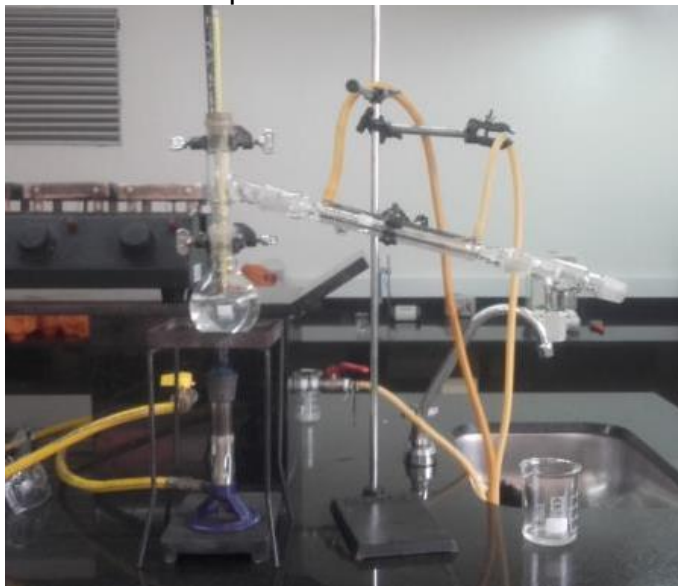
De los resultados mencionados anteriormente se recomienda mantener el residuo a una temperatura igual o menor a los 50°C. Si el residuo es expuesto a temperaturas mayores mantenerse en un lugar ventilado y colocar el residuo encerca a una fuente de ventilación para evitar los malos olores y malestares que estos generan. También emplear los elementos de protección personal, principalmente una máscara con filtros en caso de tener que manipular el recipiente del residuo a altas temperaturas. Se concluye que el residuo generado finalizado el calentamiento es una mezcla de sales con EDTA debido a que las trazas de agua (si es que contenía) se evaporo al alcanzar la temperatura de ebullición de los 93 °C y queda como remante el sólido viscoso evidenciado en la imagen 11.

### 3.3.1.2 Grupo de microscopía electrónica de barrido

- **Residuos de cromatografía.** El residuo es un líquido compuesto por varios solventes que emplean como fase líquida para la separación e identificación de compuestos en una muestra determinada. Los solventes que conforman este residuo son el metanol, el 2-propanol y el agua destilada por lo cual, la alternativa de tratamiento seleccionado fue una destilación simple a nivel laboratorio para conocer la cantidad de solvente que se logra recuperar del residuo y determinar algunas propiedades físicas. Con lo anterior se determina si es adecuado reutilizarlo como materia prima como fase líquida en la técnica de cromatografía, para preparación de otras sustancias o limpieza de piezas por el mantenimiento de equipos.

Como se mencionaba anteriormente, se recolecto una muestra de 1800 ml del residuo en tres diferentes recipientes de 600 ml cada uno. A cada recipiente con el residuo se retiró una cantidad de 200 ml en la muestra 1 y 2 y 250 ml en la muestra 3 para ser destilado, todas las muestras de 2-propanol fueron destiladas 2 veces por dos razones, la primera para lograr separar la mayor cantidad de cada solvente controlando la temperatura para que la muestra no presentara trazas de otro tipo de solvente y la segunda razón para observar el punto en el cual iniciaban las primeras burbujas y la ebullición de cada solvente. Las muestras se calentaron en una plancha intentando mantener la temperatura constante para observar cambios en los compuestos destilados como pérdida de líquido cercano al punto de ebullición. El montaje de la destilación se muestra en la imagen 12.

Imagen 12. Montaje sistema de destilación simple a nivel laboratorio.



Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos se muestran en las siguientes tablas.

- Muestra 1

Tabla 8. Resultados destilación - muestra 1.

Muestra 1 – 200 ml - pH 8.30				
Destilación 1				
Compuesto	Metanol	2-propanol	Agua	Volumen perdido
Cantidad destilada (ml)	0	63	122	15
pH	-	9.35	6.04	
Calentamiento 1 del 2-propanol				
Cantidad (ml)	0	53	122	10
pH	-	8.12	6.04	
Destilación 2 del 2-propanol				
Cantidad destilada (ml)	0	18	122	35
pH	-	8.02	6.04	
Propiedades físicas obtenidas				
2-propanol				
Densidad (g/ml)		0.76944	Teb (°C)	80-81
Beaker vacío (g)	44.89			
Beaker lleno (g)	58.74			
Volumen (ml)	18			

Fuente: elaboración propia.

Se destilaron 200 ml de la muestra 1 obteniendo 63 ml de 2-propanol y 0 ml de metanol, luego los 63 ml de 2-propanol se calentaron en una plancha donde se perdieron 10 ml quedando 53 ml y este remanente se destilo por segunda vez donde se obtuvieron 18 ml en total de 2-propanol. Los 122 ml de agua que se destilaron por primera vez no se utilizaron posteriormente por eso el valor permanece constante en la tabla.

La densidad obtenida fue de 0.77 g/ml de 2-propanol y el punto de ebullición observado fue entre los 80°C y 81°C presentando un burbujeo constante iniciando con pequeñas burbujas y aumentando la intensidad.

- Muestra 2

Tabla 9. Resultados destilación - muestra 2.

Muestra 2 - pH 8.22				
Destilación 1				
Compuesto	Metanol	2-propanol	Agua	Volumen perdido
Cantidad destilada	0	30	145.5	24.5
pH	-	9.19	6.78	
Calentamiento 1 del 2-propanol				
Cantidad	0	0.8	145.5	29.2
pH	-	7.03	6.78	
Muestra 2.1 - pH 8.22				
Destilación 1				
Compuesto	Metanol	2-propanol	Agua	Volumen perdido
Cantidad destilada	0	50	144	6
pH	-	9.19	6.82	
Calentamiento 1 del 2-propanol				
Cantidad	0	45	144	
pH	-	9.19	6.82	
Destilación 2 del 2-propanol				
Cantidad destilada	0	40	144	
pH	-	9.19	6.82	
Destilado total				
Total destilado = muestra 2 + muestra 2.1	0	40.8	289.5	
Propiedades físicas obtenidas				
2-propanol				
Densidad (g/ml)		0.78861	Teb (°C)	79-80
Beaker vacío (g)	44.57			
Beaker lleno (g)	76.74			
Volumen (ml)	40.8			

Fuente: elaboración propia.

Inicialmente se destilaron 200 ml de la muestra 2 obteniendo 30 ml de 2-propanol, 145.5 ml de agua y 0 ml de metanol, luego se calentaron en la plancha los 30 ml de 2-propanol y de este solo quedaron 0.8 ml del destilado inicial, es en este punto donde de la muestra 2 se retiran nuevamente 200 ml y se destilan por primera vez obteniendo 50 ml de 2-propanol, después, en el calentamiento se perdieron 5 ml y el sobrante se destiló por segunda vez obteniendo 40 ml de 2-propanol, a estos 40 ml se le suman los 0.8 ml de 2-propanol de la muestra inicial destilada obteniendo

un destilado total de 40.8 ml de 2-propanol. El agua en la muestra 2 y 2.1 no se utilizaron.

La densidad obtenida fue de 0.79 g/ml de 2-propanol y el punto de ebullición observado fue entre los 79°C y 80°C presentando un burbujeo constante iniciando con pequeñas burbujas y aumentando la intensidad.

- Muestra 3

Tabla 10. Resultados destilación - muestra 3.

Muestra 3 - pH 8.17				
Destilación 1				
Compuesto	Metanol	2-propanol	Agua	Volumen perdido
Cantidad destilada	0	81.5	155	13.5
pH	-	9.13	6.79	
Destilación 2 del 2-propanol				
Cantidad destilada	20	15	41	5.5
pH	9.42	9.16	8.29	
Calentamiento 1 del metanol				
Cantidad	5.5	15	41	
pH	9.42	9.16	8.29	
Propiedades físicas obtenidas				
2-propanol				
Densidad (g/ml)		0.76281	Teb (°C)	79-80
Beaker vacío (g)	44.57			
Beaker lleno (g)	56.01			
Volumen (ml)	15			
Metanol				
Densidad (g/ml)		0.77327	Teb (°C)	65-66
Beaker vacío (g)	111.71			
Beaker lleno (g)	115.96			
Volumen (ml)	5.5			

Fuente: elaboración propia.

Para evitar el problema de la muestra 2 de obtener poco 2-propanol, se aumentó la muestra de 200 a 250 ml, se inició la primera destilación obteniendo 81.5 ml de 2-propanol, inmediatamente se realizó la segunda destilación y de esta se obtuvo 15 ml de 2-propanol y 20 ml de metanol siendo la única muestra donde se ha logrado recuperar este último, la muestra de metanol se calentó para observar su comportamiento y punto de ebullición.

De este quedaron 5.5 ml de metanol, donde los primeros vapores se evidenciaron a los 57°C y el burbujeo no fue contante sino abrupto, se comportó de manera meta estable entre los 61°C y los 62°C y luego presento burbujeo constante.

La densidad obtenida fue de 0.76 g/ml para el 2-propanol y de 0.77 g/ml para el metanol, el punto de ebullición observado para el 2-propanol fue entre los 79°C y 80°C presentando un burbujeo constante iniciando con pequeñas burbujas y aumentando la intensidad y de 65-66 °C con burbujeo abrupto y luego constante para el metanol.

Imagen 13 y 14. Comportamiento meta-estable muestra 3.



Fuente: elaboración propia.

De los datos mostrados en las tablas se puede resumir lo siguiente:

- De las tres muestras se logró destilar el solvente 2-propanol.
- De la única muestra de la cual se logró obtener metanol como destilado fue en la muestra 3
- Del total de la muestra 1, solo el 9% v/v fue destilado asumiendo que se trataba del solvente 2-propanol.
- Del total de la muestra 2, solo se logra un destilado del 10% v/v asumiendo que se trataba del solvente 2-propanol.
- Del total de la muestra 3, se logra un destilado del 6% v/v del solvente 2-propanol y el 2.2% v/v del solvente metanol.
- A grandes rasgos, se concluye que del total de residuo destilado el cual fue de 850 ml solo se logra destilar el 8.86% v/v del solvente 2-propanol y el 0.64% v/v del solvente metanol. Resultados que podrían ser mejorados bajo condiciones más rigurosas de destilación.

- Aunque las 3 muestras fueron recolectadas el mismo día cada una tenía diferentes proporciones de cada solvente, como se logra evidenciar en la tabla 10 de la cual se logró recuperar la mayor cantidad de 2-propanol de la muestra 2.
- Las propiedades físicas que se determinaron y observaron fueron muy cercanas a los valores teóricos del 2-propanol siendo la densidad y punto de ebullición de este compuesto de 0.786 g/ml y 82,4°C y para el metanol con valores de 0.792 g/ml y 64.5°C.

Para corroborar que los compuestos recuperados fueron el 2-propanol y metanol, las muestras fueron llevadas al grupo de química de la Fiscalía donde se corrieron las muestras entregadas por medio de la técnica de cromatografía de gases con detector de masas, el cual arroja un análisis cualitativo acerca de los compuestos presentes en la muestra problema a analizar.

La cromatografía de gases con detector de masas (GC/MS) “es ampliamente usada para análisis cuantitativos y cualitativos de mezclas, para la purificación de compuestos y para la determinación de constantes termoquímicas tales como calores de solución y vaporización, presión de vapor y coeficientes de actividad”<sup>65</sup>.

“La espectrometría de masas (MS) utiliza el movimiento de iones en campos eléctricos y magnéticos para clasificarlos de acuerdo a su relación masa-carga. De esta manera la espectrometría de masas es una técnica analítica por medio de la cual las sustancias químicas se identifican separando los iones gaseosos en campos eléctricos y magnéticos”<sup>66</sup>.

El eje Y indica los iones que fueron detectados por el detector de masas interpretado en abundancia y el eje X indica el tiempo de retención de la muestra en minutos y es una función de la estructura del compuesto<sup>67</sup>. En esta técnica los analitos surgen de menor a mayor tiempo de retención debido a la abundancia de este compuesto en la muestra analizada<sup>68</sup>.

---

<sup>65</sup> CROMATOGRFÍA DE GASES ACOPLADO A UN DETECTOR DE MASA GC/MS. [En línea]. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21937/capitulo5.pdf>. [Consultado el 2 de Noviembre de 2018]. p. 1.

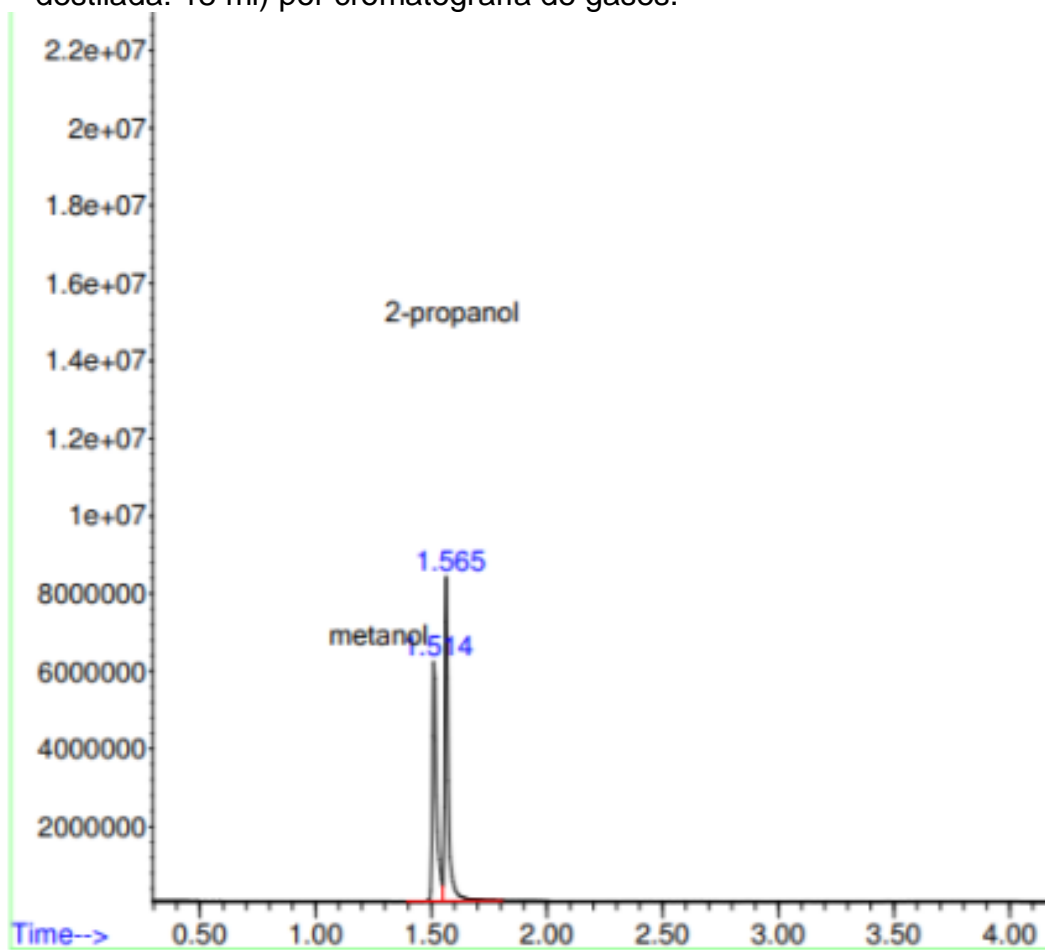
<sup>66</sup> Ibid., p. 1.

<sup>67</sup> Gas Chromatography. [En línea]. 2010. Disponible en: [http://www.oneonta.edu/faculty/viningwj/chem112/labs/gc\\_lab\\_2010.pdf](http://www.oneonta.edu/faculty/viningwj/chem112/labs/gc_lab_2010.pdf). [Consultado el 1 de Octubre de 2018]. p. 2.

<sup>68</sup> Ibid., p. 2.

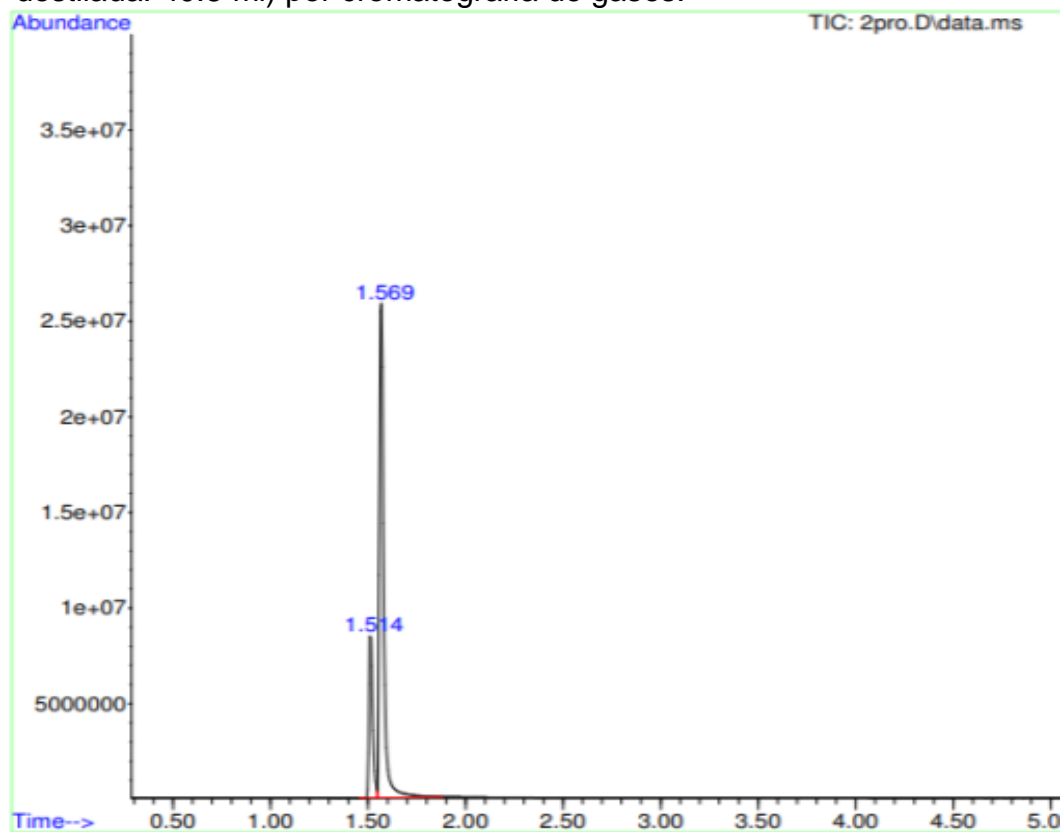


Figura 33. Cromatograma de la muestra 1 de 2-propanol (cantidad destilada: 18 ml) por cromatografía de gases.



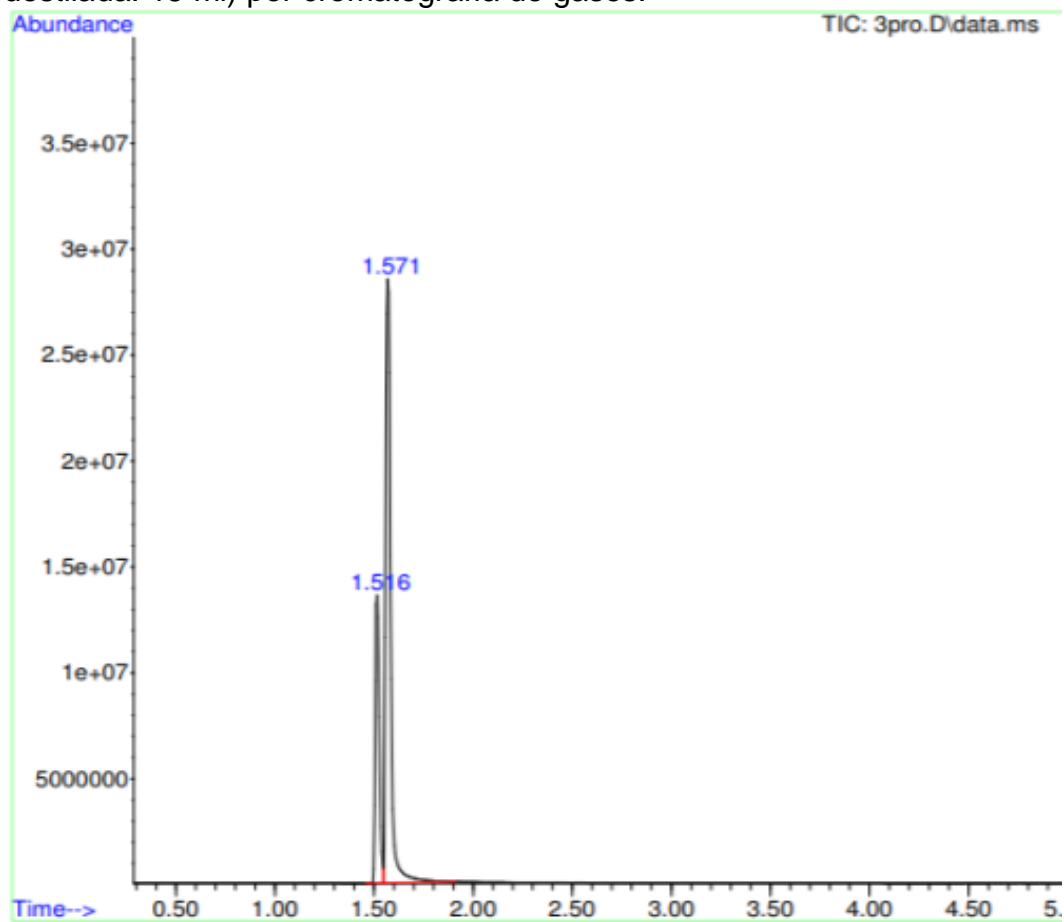
Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Grupo de química forense.

Figura 34. Cromatograma de la muestra 2 de 2-propanol (cantidad destilada: 40.8 ml) por cromatografía de gases.



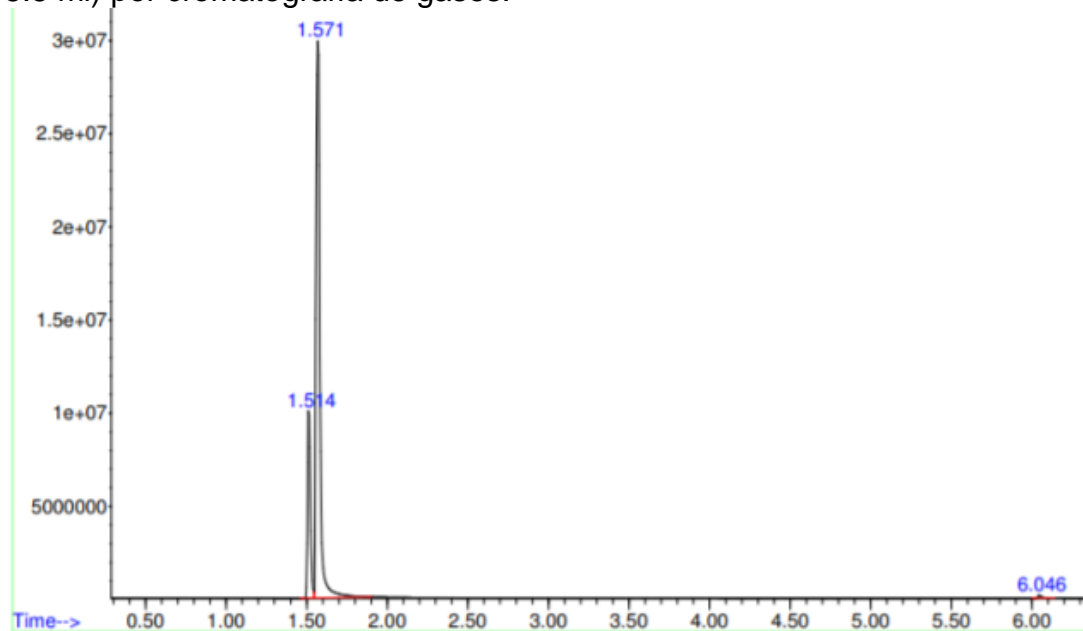
Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Grupo de química forense.

Figura 35. Cromatograma de la muestra 3 de 2-propanol (cantidad destilada: 15 ml) por cromatografía de gases.



Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Grupo de química forense.

Figura 36. Cromatograma de la muestra 3 de metanol (cantidad destilada: 5.5 ml) por cromatografía de gases.



Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Grupo de química forense.

De los resultados obtenidos se logra concluir que:

- Todas las muestras destiladas son en realidad una mezcla de ambos solventes, 2-propanol y metanol a excepción de la muestra 3 de metanol la cual contiene una mezcla de los tres solventes empelados como fase líquida o fase móvil para la cromatografía HPLC en el grupo de microscopía electrónica de barrido.
- El tiempo en el cual se evidencia la presencia de los analitos metano y 2-propanol y metanol en las muestras se presenta entre los 1.50-1.55 minutos para el metanol y 1.55-1.70 minutos respectivamente.
- Los cromatogramas son un resultado cualitativo de los fragmentos de masa que fueron detectados por el espectrómetro de masas.
- La muestra 1 presenta una abundancia de  $8.4e+6$  de 2-propanol y  $6.3e+6$  de fragmentos contenidos en el destilado.
- La muestra 2 presenta una abundancia de  $2.5e+7$  de 2-propanol y  $8.2e+6$  de metanol de fragmentos contenidos en el destilado.
- La muestra 3 de 2-propanol presenta una abundancia de  $2.8e+7$  de 2-propanol y  $1.3e+7$  de metanol y para la muestra 3 de metanol se observa una abundancia de  $3e+7$  de 2-propanol y  $1e+7$  de metanol de fragmentos contenidos en cada destilado.
- La abundancia no es proporcional a la cantidad de destilado obtenido y analizado sino a la concentración de los solventes en los destilados provocados por el calentamiento y las dos destilaciones, ya que estos

generaron que los solventes aumentaran su concentración dentro de cada muestra.

- El destilado con mayor concentración del solvente 2-propanol fue la muestra 3 de 2-propanol.

### **3.3.1.3 Conclusión tratamientos.**

- El residuo de buffer con EDTA del grupo de genética forense si es posible neutralizarlo para que el rango de pH entre dentro de la norma para ser vertido por el desagüe sin adición del hidróxido de sodio; se puede diluir con agua destilada o sin dilución y que con las aguas de alcantarillado se mezclen.
- El residuo de buffer con EDTA se debe mantener a una temperatura menor a los 50°C, manipularlo cerca de un lugar ventilado y siempre empleando los elementos de protección personal.
- El residuo de hidróxido de sodio del grupo de genética forense no es posible neutralizarlo con sulfito de sodio 1N ni tiosulfato de sodio 1N, sin embargo aún puede ser posible continuar la experimentación aumentando la concentración de los compuestos empleados como titulantes o empleando otro compuesto como el ácido acético.
- Del total destilado del residuo de cromatografía del grupo de microscopía electrónica de barrido se logra obtener menos de 10% entre los solventes 2-propanol y metanol de manera conjunta, por ende, no es recomendable realizar la destilación de los solventes de cromatografía debido a que no es rentable por la poca cantidad de destilado obtenido.
- Los cromatogramas arrojan como resultado que todos los destilados analizados son una mezcla del 2-propanol y metanol presentando como analito primario y más abundante el 2-propanol.

Se recomienda realizar las neutralizaciones de los residuos del grupo de genética con los mismo titulantes pero a diferentes concentraciones o en su defecto emplear ácido acético como titulante para determinar las condiciones óptimas para neutralizar ese residuo.

En el caso del residuo de cromatografía del grupo de microscopía electrónica de barrido se recomienda realizar una nueva destilación para obtener una réplica de los resultados pero bajo condiciones más estrictas de temperatura para observar si es posible recuperar más del 10% de la mezcla conjunta de 2-propanol y metanol.

#### 4. PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

En este capítulo se desglosa toda la información referente a la propuesta del plan de gestión de residuos sólidos y líquidos para todos los grupos del cuerpo técnico de criminalística, principalmente de cómo va a estar conformado cada plan de gestión de acuerdo a las necesidades específicas de cada grupo.

##### 4.1 FASES DEL PLAN

El plan será desarrollado de acuerdo a los lineamientos generales para la elaboración de planes de gestión integral de residuos o desechos peligrosos a cargo de generadores propuesto por la Secretaria de Ambiente Distrital de Bogotá el cual presenta diferentes componentes los cuales se adaptaran para la ejecución del presente plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos.

En la siguiente tabla se explican los objetivos propuestos para desarrollar cada elemento y la meta a la cual se quiere llegar.

Si se presta atención al componente número uno, este ya fue desarrollado en los capítulos anteriores en el siguiente orden:

- Segundo, tercer y cuarto elemento básico desglosado en el segundo capítulo.
- Quinto elemento básico desglosado en el tercer capítulo.

El segundo y tercer componente se desarrollan en este capítulo.

Tabla 11. Componentes del plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos.

Componente 1. Prevención y minimización				
		Objetivo	Meta	Responsables
Primer elemento básico	Planteamiento de objetivos y metas	Plantear objetivos que puedan llevarse a cabo para concientizar y motivar la participación de todo el personal de trabajo de cada grupo de laboratorio para realizar la separación en la fuente de los residuos generados.	Lograr el cumplimiento de los objetivos de una manera sencilla, practica y ejecutable para todo el personal de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> <li>• Personal de aseo.</li> </ul>

Tabla 11. (Continuación).

<b>Componente 1. Prevención y minimización</b>				
		<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsables</b>
Segundo elemento básico	Identificación de las fuentes generadoras de residuos	Identificar las principales fuentes generadoras de residuos líquidos y sólidos, peligrosos y no peligrosos.	Lograr una separación en la fuente optima en el lugar de generación de los residuos evitando la contaminación de residuos con alto potencial de aprovechamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> </ul>
Tercer elemento básico	Clasificación e identificación de las características de peligrosidad	Clasificar e identificar los residuos generados, sus componentes y peligrosidad dependiendo el proceso en el cual se originan.	Lograr identificar y separar los residuos en la fuente de generación según sus componentes y características de peligrosidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> </ul>
Cuarto elemento básico	Cuantificación de la generación de residuos peligrosos en cada grupo	Realizar un conteo periódico de la generación de residuos peligrosos para poder dimensionar su generación y poder tomar acción sobre los mismos para lograr reducir su generación.	Lograr una reducción de los residuos a mediano y largo plazo por medio de los seguimientos realizados con el registro mensual de generación de residuos peligrosos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> <li>• Personal de aseo.</li> </ul>
Quinto elemento básico	Alternativas de prevención y minimización	Analizar y plantear alternativas enfocadas en la prevención, minimización y viabilidad de reducir, reciclar, reutilizar, recuperar y/o regenerar los residuos con el fin de disminuir la cantidad y peligrosidad por medio de diversos tratamientos que sean accesibles y sencillos de ejecutar en los mismos lugares de la fuente generadora.	Lograr la implementación de tratamientos económicamente viables y sencillos de realizar en los laboratorios además de estrategias para reducir la generación de residuos desde la fuente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> </ul>

Tabla 11. (Continuación).

<b>Componente 2. Manejo interno</b>				
		Objetivo	Meta	Responsables
Primer elemento básico	Planteamiento de objetivos y metas	Componente 1, primer elemento básico	Componente 1, primer elemento básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> </ul>
		Realizar un manejo interno seguro de los residuos peligrosos generados en cada grupo por medio de un correcto envasado, rotulado, etiquetado, movilización y almacenamiento tanto de las sustancias químicas utilizadas como de los residuos generados.	Lograr un óptimo envasado, rotulado, etiquetado, movilización y almacenamiento de todas las sustancias químicas y residuos peligrosos generados para minimizar los posibles riesgos de accidentes por posibles derrames o fugas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> </ul>
Tercer elemento básico	Medidas de contingencia	Desarrollar un plan de contingencia en caso de cualquier accidente o eventualidad que se presente en la gestión y manejo de sustancias químicas y residuos. Decreto 321 de 1999.	Tener el conocimiento en caso de que suceda algún derrame con respecto a sustancias químicas y residuos peligrosos y poder ejecutarlo de una manera segura. Todo bajo las indicaciones propuestas por la ley colombiana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> <li>• Personal de aseo.</li> </ul>
Cuarto elemento básico	Medidas para la entrega de residuos al transportador	Elaborar unos formatos para el diligenciamiento de toda la información que identifique los residuos peligrosos entregados a la empresa transportadora de dichos residuos. Decreto 1609 de 2002.	Tener plantillas para los formatos de diligenciamiento de residuos con la información básica de los mismos como descripción, cantidades, características de peligrosidad, alternativas para su manejo y disposición de acuerdo a los parámetros propuestos por la ley colombiana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> <li>• Personal de aseo.</li> </ul>



Tabla 11. (Continuación).

Componente 3. Manejo externo				
		Objetivo	Meta	Responsables
		Elaborar las tarjetas de emergencia para transporte de los residuos a disponer. Decreto 4532 de 1998.	Tener las tarjetas de emergencia para transporte de materiales de los residuos puestos a disposición a las empresas que van a realizar su disposición según lo indica la ley colombiana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinadores de cada grupo.</li> <li>• Trabajadores de cada grupo.</li> <li>• Personal de aseo.</li> </ul>

Fuente: Fuente: SECRETARIA DE AMBIENTE DISTRITAL DE BOGOTÁ. Disponible en: [http://ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=36146c99-daa6-43a0-9bf2-1ffb8852ce77&groupId=10157](http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=36146c99-daa6-43a0-9bf2-1ffb8852ce77&groupId=10157)

## 4.2 PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

La propuesta de plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos para los grupos de criminalística de la fiscalía general de la nación va a contener los ítems que se enuncian a continuación, cada uno de ellos explicados para que no queden dudas de que es lo que se pretende que contenga cada parte del plan.

**4.2.1 Diagnóstico.** En este primer ítem se desarrolla el diagnostico de cada grupo. Aquí se desglosa todo lo observado en visitas previas acerca de los tipos de residuos generados, la disposición y separación de los mismos, además de observar el tipo de canecas que poseen, si se encuentran rotulados correctamente o no y el tipo de residuo que depositan en cada uno de ellos.

**4.2.2 Objetivo.** Como se mencionaba anteriormente, los objetivos son fundamentales porque facilitan y organizan las ideas que se desean materializar y el alcance es hasta qué punto se va a desarrollar ese objetivo.

**4.2.3 Consideraciones generales.** En las consideraciones generales se habla del marco normativo legal vigente colombiano que debe tenerse en cuenta respecto a todo el correcto manejo de residuos. Las normas mencionados en este ítem son los siguientes (puede buscar las normas mencionadas en la web).

- Decreto 1713 de 2002.
- Decreto 4741 de 2005.
- Decreto 1362 de 2007.
- Decreto 0321 de 1999.
- Decreto 2676 de 2000.
- Resolución 1164 de 2002.

- Decreto 0351 de 2014.
- GTC 24.

**4.2.4 Peligrosidad.** Este ítem habla del Decreto 2676 de 2000 el cual tiene como objetivo reglamentar ambiental y sanitariamente la gestión integral de residuo hospitalarios y similares, aquí se establece el significado de lo que es un residuo no peligroso y peligroso de acuerdo al Decreto y dentro de este último los diferentes tipos de residuos que pueden presentar un riesgo para los humanos. Este ítem se desglosa de la siguiente manera:

- Residuos no peligrosos: significado de acuerdo al Decreto y tipos de residuos no peligrosos.
- Residuos peligrosos: significado de acuerdo al Decreto.
- Residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso: significado y tipos de residuos considerados con riesgo biológico o infeccioso.
- Residuos químicos: significado de acuerdo al Decreto.

También se mencionan todas las sustancias químicas que actualmente el grupo emplea con más frecuencia en cada actividad desarrollada en sus laboratorios, las cuales se dividen en sustancias inflamables, no peligrosas, comburentes, irritantes, corrosivas y otros.

**4.2.5 Clasificación de los residuos generados.** La clasificación se realiza de acuerdo al Decreto 4741 de 2005 el cual presenta en 3 anexos una clasificación de residuos o desechos peligrosos.

A continuación se enunciará el título de cada anexo sin el listado de clasificación completo.

- Anexo I: lista de residuos o desechos peligrosos por procesos o actividades.
- Anexo II: lista A de residuos o desechos peligrosos por corrientes de residuos.
- Anexo III: características de peligrosidad de los residuos o desechos peligrosos. Este anexo presenta el CRETIB el cual es un código de identificación de residuos peligrosos.

Teniendo en cuenta la clasificación mencionada en este Decreto, se va clasificar los residuos o desechos generados en cada grupo del departamento de criminalística. La clasificación de los residuos estará conformada por lo siguiente.

- Nombre del residuo
- Residuo o desecho
- No peligroso, peligroso o corto-punzante
- CRETIB (hace mención a la característica de peligrosidad del residuo, corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y/o biológico).



- El código de referencia del Decreto 4741 que lo identifica como residuo o desecho peligroso y el tipo de actividad de la cual proviene o fue generada.

**4.2.6 Generación de residuos.** En este ítem se habla de la generación de residuos cuantitativamente relacionándolo con el tipo de actividad desarrollada en cada grupo, eso significa que de cada parte del proceso que realizan determinan el tipo y la cantidad de residuos por medio de un balance de materiales teniendo en cuenta materia prima e insumos, material de vidrio, sustancias químicas, elemento de protección personal y otro tipo de material que empleen, ya sea dentro del proceso o como limpieza.

Para que el balance de materiales sea más dinámico se plantea que cada parte del proceso vaya acompañado por una fotografía junto con las entradas, salidas y cantidades de materias primas, insumos y/o sustancias químicas empleadas, a continuación un ejemplo para un solo análisis de exploraciones lofoscópicas del grupo de lofoscopia y NN's. Cabe a clara que la misma cantidad de materiales e insumos empleados para cada análisis es igual a la misma cantidad de residuos generados por cada análisis.

Figura 37. Ejemplo para el desarrollo de los balances de materiales.

EXPLORACIONES LOFOSCÓPICAS - REACTIVOS FÍSICOS PULVERULENTOSPOR EXPLORACION			
CANTIDAD	MATERIALES	ENTRADA	SALIDA
3	EPP ( Guantes , tapabocas , Gorro )	4,25 gramos	Descarte en Bolsa Roja
0,25	Toalla de limpieza		
100	Papel Kraft		
1	Pinceles (Exploracion)	0	
4	Transplantadores	0,15	Descarte en Bolsa gris=Agua Bogotá SA
0,3 Grms	REACTIVO EN POLVO	0,3 Gramos	Descarte en Bolsa Roja=Lito S.A.S. o en envase para desechar
	Total	4,7 gramos	

Fuente: Fiscalía General de la Nación, con base en: el grupo de lofoscopia.

Como material de apoyo para tener un control acerca de las cantidades generadas de residuos, se va a contar con unos formatos para el diligenciamiento de residuos sólidos, peligrosos y especiales. El llevar diligenciado las cantidades de residuos generados en cada grupo ayuda a poder observar si las alternativas de minimización y aprovechamiento propuestas se están aplicando de la manera correcta y de ser así, se verá directamente evidenciado en la disminución periódica de las cantidades de generación de residuos. Estos formatos se encuentran en el anexo I.

#### **4.2.7 Alternativas de manejo, aprovechamiento y disposición de residuos.**

Dependiendo del tipo de residuo y cantidad identificado del ítem anterior se buscaran y planearan alternativas sencillas y prácticas de aplicar para cada grupo de acuerdo a sus necesidades, ya sean residuos peligrosos o no peligrosos (como las mencionadas en el capítulo 3 de alternativas de minimización, prevención y aprovechamiento de residuos).

**4.2.8 Manejo interno.** Este ítem es importante porque se tocara el tema de compatibilidad de las sustancias químicas para evitar algún tipo de accidente o incidente dentro de los laboratorios que las emplean para el desarrollo normal de sus actividades, pruebas y análisis.

También se menciona la segregación en la fuente que es la acción de clasificar y separar los residuos manualmente en el lugar donde se originó sean peligrosos o no, esto ayuda a disminuir el cruce de residuos que no son compatibles y evitar riesgos.

“Un aspecto de suma importancia es el RESPEL el cual es el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos, este en un instrumento de gestión de información mediante el cual se captura información normalizada, homogénea, sistemática sobre la generación y el manejo de residuos o desechos peligrosos, originados por las diferentes actividades productivas y sectoriales del país.<sup>69</sup>” De este se desglosan los siguientes temas.

##### **4.2.8.1 Características de los envases**

➤ **Envases.** La norma técnica NTC 1692 de 2005 y el Decreto 1609 de 2002 se complementan para establecer los recipientes o envases que van a contener el material peligroso y el correcto etiquetado y rotulado con la clasificación de peligrosidad de los mismos para que de forma clara y entendible se logre identificar el RESPEL de los residuos químicos. También como referencia, el manual de residuos hospitalarios y similares brinda un mínimo de características que deben tener los recipientes para residuos peligrosos, los cuales se enlistan a continuación<sup>70</sup>. La separación de residuos es de acuerdo a la GTC 24 la cual brinda un código de colores, sin embargo, la fiscalía tiene como sistema de colores la bolsa blanca para residuos aprovechable, la bolsa negra para residuos no aprovechables y la bolsa roja para residuos peligrosos químicos y biológicos y la bolsa verde para ordinarios.

---

<sup>69</sup> Registro de generadores de residuos o desechos peligrosos – RESPEL. Ministerio de Ambiente y SIAC. [En línea]. Disponible en: <http://www.siac.gov.co/respel>

<sup>70</sup> Manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia MPGIRH. MINISTERIO DE SALUD Y MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. [En línea]. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/manuales/PGIRH%20MinAmbiente.pdf>. p. 32.

- Livianos, de tamaño que permita almacenar entre recolecciones. La forma ideal puede ser de tronco cilíndrico, resistente a los golpes, sin aristas internas, provisto de asas que faciliten el manejo durante la recolección.
- Construidos en material rígido impermeable, de fácil limpieza y resistentes a la corrosión como el plástico.
- Dotados de tapa con buen ajuste, bordes redondeados y boca ancha para facilitar su vaciado.

Figura 38. Ejemplo de envase y rótulo para disposición de papel y cartón limpio y seco.



Fuente: CUIDANDO EL MEDIO AMBIENTE. Disponible en: <http://cuidandoelmedioambiente.blogspot.com/>

- Construidos en forma tal que estando cerrados o tapados, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- Capacidad de acuerdo con lo que establezca el PGIRH de cada generador.
- Ceñido al código de colores estandarizado. Iniciando la gestión y por un término no mayor a un (1) un año, el generador podrá utilizar recipientes de cualquier color, siempre y cuando la bolsa de color estandarizado cubra la mitad del exterior del recipiente y se encuentre perfectamente señalado junto al recipiente el tipo de residuos que allí se maneja.
- Los recipientes deben ir rotulados con el nombre del departamento, área o servicio al que pertenecen, el residuo que contienen y los símbolos internacionales. No obstante, los generadores que en su primer año se encuentren utilizando recipientes de colores no estandarizados, podrán obviar el símbolo internacional.

Para los recipientes que van a contener los residuos sólidos y líquidos peligrosos, en el anexo J se presenta una propuesta de rótulo para el diligenciamiento de residuos químicos.

➤ **Bolsas desechables.** Las bolsas desechables deben contar con las siguientes características<sup>71</sup>.

- La resistencia de las bolsas debe soportar la tensión ejercida por los residuos contenidos y por su manipulación.
- El material plástico de las bolsas para residuos infecciosos, debe ser polietileno de alta densidad, o el material que se determine necesario para la desactivación o el tratamiento de estos residuos.
- El peso individual de la bolsa con los residuos no debe exceder los 8 Kg.
- La resistencia de cada una de las bolsas no debe ser inferior a 20 kg.
- Los colores de bolsas seguirán el código establecido, serán de alta densidad y calibre mínimo de 1.4 para bolsas pequeñas y de 1.6 milésimas de pulgada para bolsas grandes, suficiente para evitar el derrame durante el almacenamiento en el lugar de generación, recolección, movimiento interno, almacenamiento central y disposición final de los residuos que contengan.

Para las bolsas que contengan residuos radiactivos estas deberán ser de color púrpura semitransparente con la finalidad de evitar la apertura de las bolsas cuando se requiera hacer verificaciones por parte de la empresa especializada.

Figura 39. Ejemplo bolsa desechable para residuos peligrosos.



Fuente: Adrenalina.  
Disponible en:  
<http://adrenalina.co/dotacion-y-medicamentos/1014-bolsa-roja-para-disposicion-de-desechos-o-riesgo-biologico.html>

---

<sup>71</sup> Ibid., p. 33.

➤ **Guardianes de seguridad.** Para los guardianes de los residuos cortopunzantes es necesario y de obligación que tengan las siguientes características<sup>72</sup>.

- Rígidos, en polipropileno de alta densidad u otro polímero que no contenga P.V.C.
- Resistentes a ruptura y perforación por elementos corto punzantes.
- Con tapa ajustable o de rosca, de boca angosta, de tal forma que al cerrarse quede completamente hermético.
- Rotulados de acuerdo a la clase de residuo.
- Livianos y de capacidad no mayor a 2 litros.
- Tener una resistencia a punción cortadura superior a 12,5 Newton.
- Desechables y de paredes gruesas.

Figura 40. Envase para objetos corto-punzantes.



Fuente: Dräger. Tecnología de vida. Disponible en: <http://www.catalogodelasalud.com/ficha-producto/Guardian-recolector-de-elementos-cortopunzantes-y-soporte-para-guardian-en-acero-inoxidable+121320>

**4.2.8.2 Almacenamiento interno.** Los recipientes con los residuos reciclables, inertes e inorgánicos deben permanecer cerca al lugar donde más se genere flujo de residuos para su rápida disposición.

---

<sup>72</sup> Ibid., p. 34.

Para el almacenamiento de sustancias químicas y residuos químicos se debe tener en cuenta la compatibilidad entre las sustancias para que el almacenamiento sea seguro e igualmente evitar accidente. Para realizar la matriz de compatibilidad de cada grupo se va a emplear como guía la matriz presentada en el figura 5 del numeral 1.5 *Almacenamiento de residuos peligrosos* del capítulo 1.

Para lograr un óptimo almacenamiento se pueden almacenar juntos sin riesgos si en la matriz se muestra de color verde, existe una restricción y se muestra de color amarillo o simplemente deben ser almacenados por separado y se muestra de color rojo.

Un ejemplo para el uso de la matriz puede darse en el grupo de microscopia electrónica de barrido donde, esta matriz es de vital importancia debido a que el almacenamiento, tanto de sustancias químicas como de residuos, se maneja de manera incorrecta. Por ende, la organización del almacén de sustancias químicas se realizará según la matriz.

Tabla 12. Compatibilidad de sustancias químicas grupo de microscopia electrónica de barrido.

	Inflamables	Comburentes	Irritantes	Corrosivas	No peligrosas
Inflamables	X	X	X	X	X
Comburentes	X	X	X	X	X
Irritantes	X	X	X	X	X
Corrosivas	X	X	X	X	X
No peligrosas	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

**4.2.8.3 Recolección interna.** La recolección se realizara diariamente en horas de la mañana (antes de las 8 de la mañana) para no interrumpir a los trabajadores principalmente en el área de laboratorio. Cada grupo tienen una ruta establecida para la recolección de los residuos sean o no peligrosos.

Los vehículos utilizados para el movimiento interno de residuos son de tipo rodante, en material rígido, de bordes redondeados, lavables e impermeables, lo que facilita el manejo seguro de los residuos sin generar derrames. Evitan movilizar las bolsas de manera manual para evitar que se rompan.

Las bolsas la llevan al lugar que tienen destinado al depósito de basura donde se almacenan hasta que llega la entidad contratada para la disposición de estos. A continuación se enuncian algunos aspectos para tener en consideración para la recolección interna de residuos:

- Iniciar la recolección con los residuos no peligrosos utilizando los elementos de protección personal correspondientes.



- Finalizada la recolección de los residuos no peligrosos se continúa con los residuos peligrosos con los elementos de protección personal que se requieran para su correcta manipulación.
- Llevar un registro con las cantidades generadas en cada grupo con una pesa, lo ideal es que la pesa se emplee para esta única función.

**4.2.9 Medidas de contingencia.** Los planes de contingencia establecen procedimientos de emergencia dirigidos a garantizar la respuesta rápida y apropiada para aquellas situaciones que así lo ameriten. Se prestará especial atención a la existencia de procedimientos para derrames, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para la contención y re envasado de los mismos.

Para ello el plan de contingencia va a contener los pasos a seguir en caso de derrames de sustancias químicas líquidas, derrame de sustancias químicas sólidas, rompimiento de bolsas, incendio o conato de incendio. Además, se menciona lo básico que debe contener un kit antiderrames.

**4.2.10 Manejo externo.** En este ítem se mencionan los siguientes aspectos:

**4.2.10.1 Residuos a disponer.** Es importante conocer cuáles son los tipos de residuos que se van a disponer de cada grupo, debido a que no en todos los grupos se generan los mismos tipos y características de residuos. Para ello se mencionara la manera correcta en la cual se deben disponer en cada grupo de ellos.

**4.2.10.2 Cantidades de residuos a disponer.** Los datos diligenciados en los formatos mencionados en el numeral 4.2.6 serán entregados al personal de aseo encargado de realizar la ruta de recolección el cual tendrá un formato aparte en el cual se registrará el grupo, el tipo de residuo recolectado y la cantidad de cada tipo de residuo para luego, entregar una cantidad global de material para reciclaje o residuos ordinarios/inertes a las empresas contratadas para la recolección de los mismos. El formato se puede encontrar en el anexo J.

**4.2.10.3 Empresas para el manejo de residuos.** La empresa contratada actualmente para la recolección de residuos ordinarios es la empresa LIME S.A, la recolección se realiza los días martes, jueves y sábados en las noches. La empresa contratada actualmente para la recolección de residuos peligrosos es la empresa ECOCAPITAL. La empresa contratada actualmente para la recolección de residuos para el aprovechamiento de residuos es la empresa Gestión Ambiental de Colombia S.A.S.

**4.2.10.4 Medidas para la entrega de residuos al transportador.** El Decreto 1609 de 2002 reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de

mercancías peligrosas por carretera. En el capítulo IV se desglosan las obligaciones de los actores de la cadena del transporte entre las cuales se encuentran:

- Elaborar o solicitar al importador, representante o fabricante de la mercancía peligrosa la tarjeta de emergencia en idioma castellano y entregarla al conductor, de acuerdo con los parámetros establecidos en la norma técnica NTC 4532.

En la norma técnica mencionada se desglosa todas las pautas que deben tener la tarjeta de emergencia y el tipo de información que debe contener cada sección de la misma. En el anexo K se encuentra un ejemplo de una tarjeta de emergencia para el producto químico *CLORO* proporcionado por la NCT 4532.

Adicional a las tarjetas de emergencia, es importante contar con un formato para la verificación de requerimientos del transportador. Con este formato se puede determinar si el vehículo en el cual se va a transportar los residuos recolectados por las empresas es apto para este fin. En este también queda registrada la persona encargada de hacer entrega de los residuos y la persona que los recibe y transporta. El formato se encuentra en el anexo L.

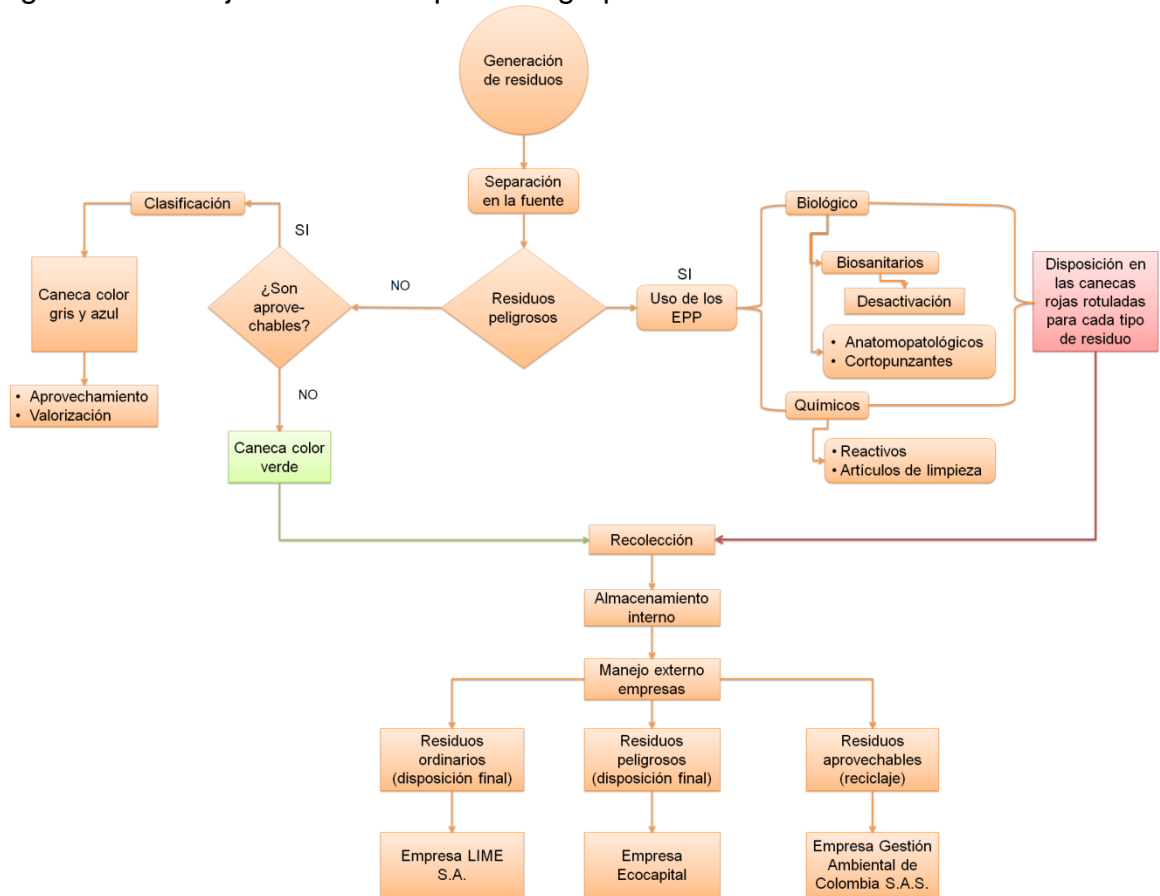
**4.2.11 Recomendaciones específicas.** En este último ítem de la propuesta del plan de gestión se plantearán recomendaciones específicas a cada grupo para que todo el plan sea ejecutado de una forma eficiente.

#### **4.3 RECOMENDACIONES PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS**

Las recomendaciones son específicas de cada grupo porque cada uno de ellos desarrolla actividades diferentes y específicas de su área, es personalizado a cada necesidad observada.

El siguiente diagrama fue planteado como una opción para la segregación de residuos desde la fuente de generación.

Figura 41. Manejo de residuos para los grupos de criminalística.








Fuente: elaboración propia.

La norma técnica colombiana GTC 24 presenta un código de colores para la disposición de los residuos. La tabla 13 fue diseñada teniendo en cuenta la norma mencionada de como es el código de colores que plantea, además se agregó una columna mencionando el tipo de residuo que se puede depositar en cada envase dependiendo la clasificación.

Tabla 13. Recomendaciones para la separación de residuos para los grupos del CTI.

Clasificación	Tipo de residuo	Tipo de caneca	Rótulo
Aprovechables	Hojas, cartón y papel archivo limpio y seco (sin arrugar), carpetas sin ganchos, cuadernos, periódico, sobres de manila, revistas no esmaltadas o brillantes. El papel no debe depositarse arrugado, solo se admite como reciclaje que este liso o rasgado. Botellas, envases, frascos no retornables limpios y secos.		
Aprovechables	Artículos de plástico, bolsas plásticas limpias, carpetas plásticas sin ganchos, desechables plásticos, garrafas, envases, tapas.		
No aprovechables	Papel sucio o engrasado, papel mantequilla, papel aluminio, papel carbón, envolturas de comida, residuos de barrido, chicle, empaque de tetrapack, pañuelos, icopor, servilletas, papeles encerados, plastificados y metalizados, cerámicas, cinta, papel tissue (limpio), canchos de cosedora		
Peligrosos/ biológicos	Elementos de enfermedad infecciosa en protección personal (EPP), hisopos, huéspedes algodón, gasas o susceptibles o semejantes, cualquier residuo hospitalario y residuos que contengan similar que haya microorganismos, estado en con el suficiente contacto con grado de virulencia residuos y concentración infecciosos o que pueden genere dudas en su clasificación. Papel tissue usado.		
Peligrosos/ Cortopunzantes	Agujas, cuchillas, resto de ampollitas, pipetas, láminas de bisturí o vidrio y cualquier otro elemento que por sus características pueda lesionar y ocasionar un riesgo infeccioso.		

Tabla 13. (Continuación).

Clasificación	Tipo de residuo	Tipo de caneca	Rótulo
Peligrosos/ Material impregnado con reactivos químicos	Restos de sustancias químicas y empaques cualquier residuo de contaminado con éstos (toallas de papel, papel craft, filtros, aplicadores, hisopos, recipientes plásticos, etc.).		 <b>RIESGO QUÍMICO</b>
Peligrosos	Ácidos o bases.		Debe estar rotulado con las sustancias que son desechadas en el bidón. El rótulo se debe ajustar a las características que se consideren importantes mencionar del residuo.
Peligrosos	Compuestos orgánicos (se incluyen plaguicidas, hidrocarburos aromáticos).		
Peligrosos	Compuestos inorgánicos (nitritos, nitratos, amonio, sulfatos, cloruros, fluoruros, etc.)		
Peligrosos	Metales pesado (metales de Mg, Pb, Cd, Ni, Co, Sn, Ba, Cr, Sb, V, Zn, Pt, Se, As, etc.)		
Peligrosos	Solventes (hidrocarburos, alcoholes, ésteres, cetonas, organoclorados, etc.)		Debe estar rotulado con las sustancias que son desechadas en el bidón. El rótulo se debe ajustar a las características que se consideren importantes mencionar del residuo.
Peligrosos	Aceites usados (bases minerales o sintéticas).		Debe estar rotulado con las sustancias que son desechadas en el bidón. El rótulo se debe ajustar a las características que se consideren importantes mencionar del residuo.

Fuente: elaboración propia.

En los puntos estratégicos que tienen ubicados como puntos de reciclaje, se recomienda hacer el cambio de las cajas que disponen para ello por unas canecas de plástico o metálicas como se muestran en la figura 42 para evitar el desgaste de las cajas.

Figura 42. Punto ecológico.



Fuente: NOVASEO. Disponible en: <https://www.novaseo.com.co/Productos/Manejoderesiduos/PuntosEcologicos>

Además, todos los grupos deben tener en su área de oficina canecas que pueden organizarse para tener el sistema de las tres canecas básicas para residuos, azul para plásticos, gris para papel y cartón y verde para residuos orgánicos/inertes, para mejorar la separación, se sugiere adicionar una caneca para residuos biodegradables de color beige para realizar su debido aprovechamiento por el método de compostaje en caso de que la generación de estos sea abundante.

Para el reciclaje de hojas que tienen potencial para reciclaje se recomienda una caja rígida de cartón limpia para su almacenamiento y también para que la recolección de este reciclaje sea más sencilla.

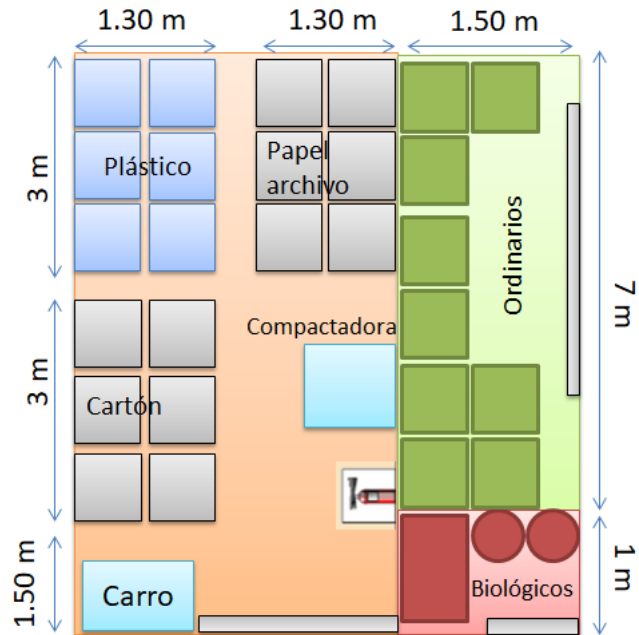
Respecto a los residuos líquidos de los laboratorios se recomienda que por tipo de sustancia química se disponga de un recipiente único para ese residuo, igual como se menciona en la tabla 13 donde se menciona la clasificación para peligrosos donde se separa por grupos de ácidos, bases, solventes, compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos y metálicos. Esta recomendación aplica para todos los laboratorios generadores de residuos líquidos, esto ayudara a minimizar riesgos de compatibilidad y derrames.

Para llevar un control de los tipos y cantidades de residuos generados en cada grupo se diseñó el siguiente formato para ser diligenciado en la recolección de los residuos sólidos y peligrosos.

#### 4.4 CENTRO DE ACOPIO

Para el centro de acopio de El Bunker se propone la siguiente distribución.

Figura 43. Organización centro de acopio sede del Bunker.

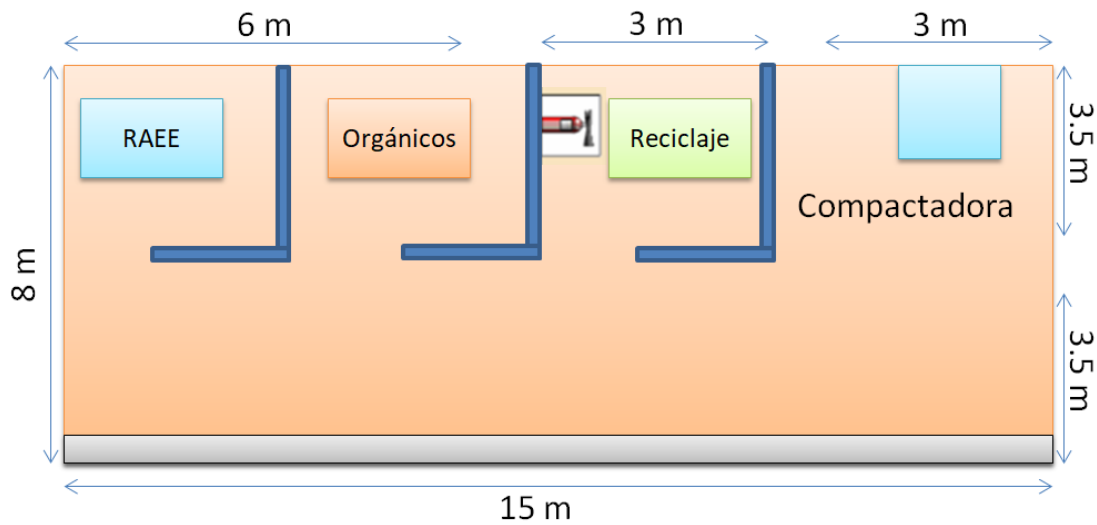


Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.

Como se está compactando los residuos sólidos reciclables en cubos de aproximadamente un metro por un metro, se sugiere acomodarlos por tipo de residuo compactado en las áreas que se encuentran establecidas y delimitadas en el centro de acopio de la sede del Bunker como se propone en la figura 43. Igualmente se sugiere compactar los residuos ordinarios porque esto ahorra espacio y evita el desorden en el área de color verde como se observa en la figura 44 y en el área de biológicos tener canecas rojas con tapa.

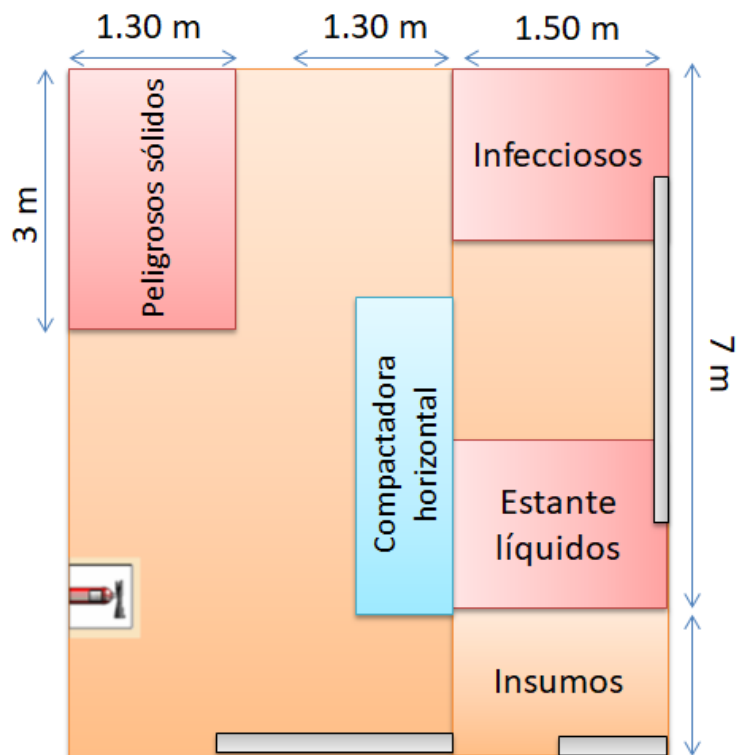
Cerca al centro de acopio hay un espacio de aproximadamente 15 metros de largo por 8 metros de ancho el cual lo tienen como un sitio de almacenamiento temporal. Observando que no tiene un uso constante se sugiere emplearlo como otro centro de acopio para los residuos sólidos reciclables y ordinarios compactados porque estos son los que más se generan y dejar el que ya está para los residuos peligrosos.

Figura 44. Centro de acopio 1 propuesto para la sede del Bunker.



Fuente: Adecuación realizada – Fiscalía General de la Nación.

Figura 45. Centro de acopio 2 propuesto para la sede del Bunker.

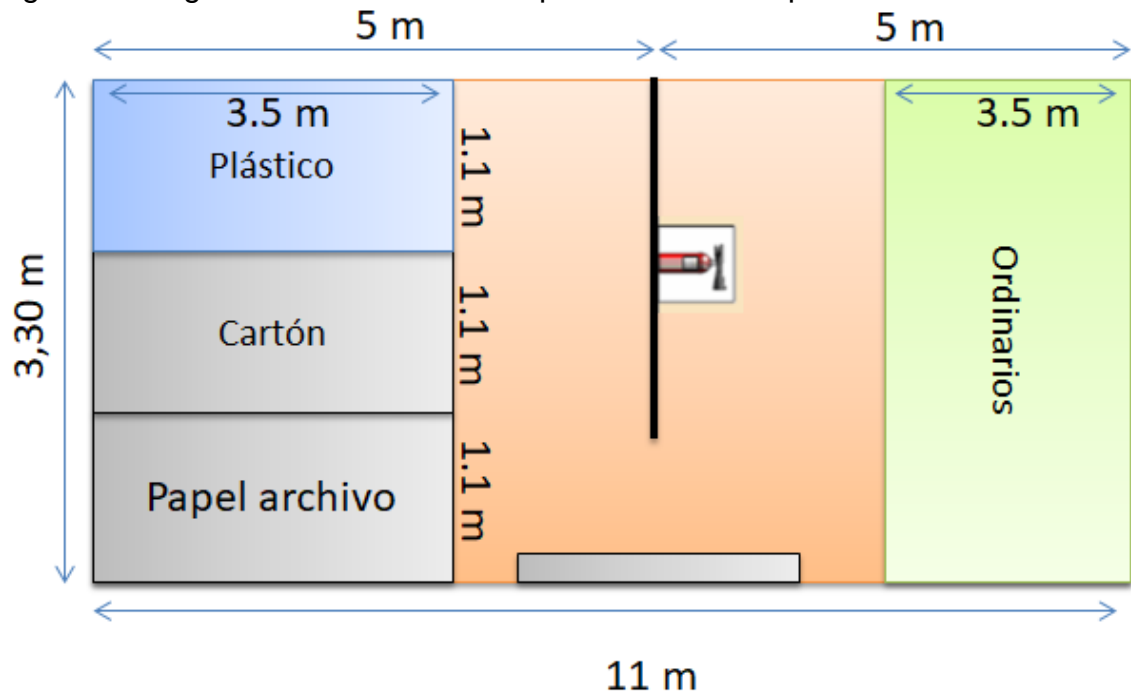


Fuente: elaboración propia.



Para el centro de acopio de Paloquemao, se sugiere la siguiente distribución

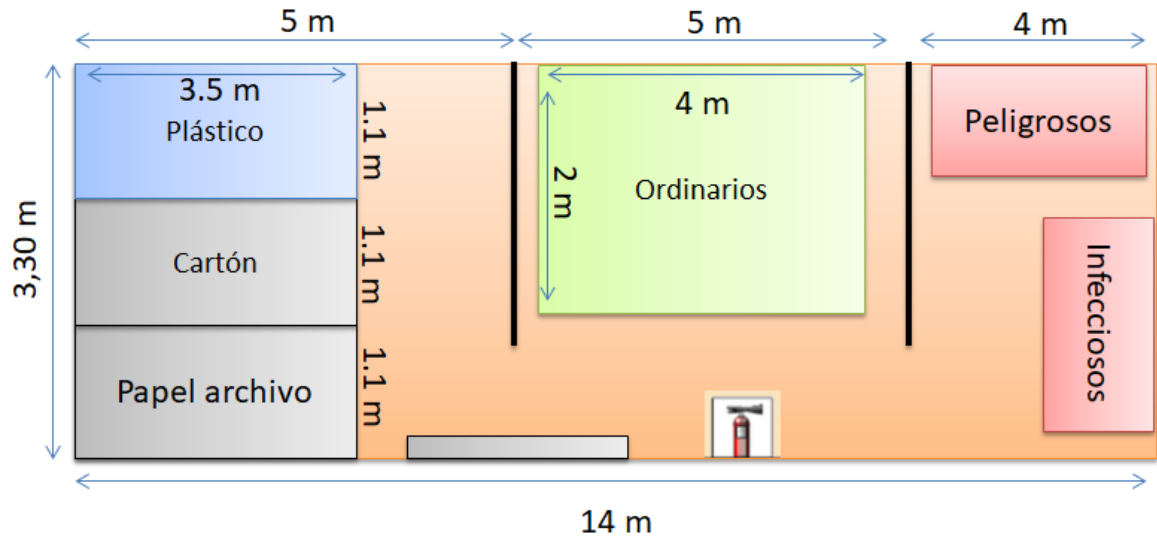
Figura 46. Organización centro de acopio sede de Paloquemao.



Fuente: elaboración propia.

En el lado izquierdo realizar 3 divisiones para los sólidos reciclables y en el lado derecho ubicar los residuos ordinarios para evitar contaminación de los reciclables, también se sugiere una reja o pared como separación entre ambos espacios para hacerlo más organizado. En estos momentos no cuentan con un lugar para los residuos peligrosos o infecciosos, así que se sugiere una ampliación de este centro de acopio de aproximadamente de 4 metros x 3.30 metros para ubicar estantes para el almacenamiento de estos residuos. Se hace esta recomendación porque actualmente se está buscando un espacio para crear esta área y si es posible una ampliación en el centro de acopio actual. Con la ampliación, la distribución sería la siguiente.

Figura 47. Centro de acopio propuesto para la sede de Paloquemao.



Fuente: elaboración propia.

## 5. VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Al implementar el plan de gestión se logra una reducción y control de la generación de residuos concientizando el impacto y la importancia que tiene repercute con el medio ambiente, además los residuos sólidos reciclables se emplean como una contraprestación de servicios en la cual se ve beneficiada la Fiscalía por que ayuda a continuar ampliando y mejorando el manejo interno de los residuos e impulsando el reciclaje.

Con respecto al tratamiento de los residuos peligrosos dentro de los laboratorios se puede lograr una reducción en costos que acarrear por la disposición a empresas externas, además, que los tratamientos se plantearon para que sean sencillos, seguros y accesibles de ejecutar dentro de los laboratorios por parte de los peritos investigadores que conforman cada departamento de criminalística.

Otras ventajas que se generan son<sup>7374</sup>

- La reducción y recuperación de residuos aprovechables de oficina.
- Reducción en la utilización de materias primas y energías.
- Reducción del impacto en efluentes por el almacenamiento de los residuos peligrosos líquidos en bidones para su correcta disposición.
- La imagen de la Fiscalía General de la Nación por interesarse e implementar medidas que ayuden a mitigar el impacto ambiental crecerá positivamente.
- Aumentar las ganancias y contraprestación de servicios al mejorar el buen manejo y disposición de residuos aprovechables.
- Aumentar la concientización del cuidado del medio ambiente y fuentes de agua a todo el personal del CTI.
- Una mejora en la organización de los procesos y análisis desarrollados en todos los grupos respecto al manejo de materiales e insumos.
- Diminución de la generación de residuos ordinarios y peligrosos.

---

<sup>73</sup> Beneficios de los sistemas de gestión integrados. ISOTools. Publicado el 8 de Abril de 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.isotools.org/2014/04/08/los-beneficios-de-los-sistemas-de-gestion-integrados/>. [Consultado el 6 de Julio de 2018].

<sup>74</sup> 7 beneficios de integrar sistemas de gestión. ISOTools. Publicado el 12 de Abril de 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.isotools.org/2017/04/12/7-beneficios-integrar-sistemas-gestion/>. [Consultado el 6 de Julio de 2018].

- Correcta separación en la fuente, mitigación del impacto ambiental y disminución en la generación de residuos.
- Refuerza e incentiva la constante búsqueda de herramientas que permitan continuar mejorando en el manejo correcto de residuos y cuidado del ambiente y efluentes.
- Incrementa la participación y comunicación entre los grupos del CTI y todos los funcionarios que forman parte de ellos.
- La información se encuentra organizada y consolidada en un solo documento el cual facilita adaptarse al plan que se está implementando en cada grupo.
- Mejora el control de los residuos de los grupos en las actividades o procesos que se lleven a cabo.
- Necesidades específicas para continuar con la planificación y ejecución del plan de gestión.

## 6. CONCLUSIONES

- De los 16 grupos que conforman el departamento de criminalística 7 de ellos no hacen uso de reactivos y no generan residuos peligrosos.
- En algunos de los grupos existe una confusión en el momento de hacer la disposición de determinados residuos para distinguir si se consideran como peligrosos o de riesgo biológico.
- La mayoría de los residuos generados por el lavado de materiales son vertidos por el desagüe sin tener consideración que se encuentran contaminados con sustancias peligrosas que son un riesgo para el medio ambiente.
- Actualmente la Fiscalía General de la Nación se encuentra en desarrollo e implementación de dos campañas que promueven la concientización de todos los empleados de la entidad (incluyendo el cuerpo técnico de investigación) con el medio ambiente por medio de estrategias como reducir, reciclar y reutilizar y la correcta separación de residuos.
- La segunda campaña que se encuentra en proceso de estudio es la de cero vertimientos, bien sea de residuos líquidos generados en los laboratorios de análisis ambientales, genética forense o química como de residuos líquidos generados por el lavado de materiales. Lo que se busca con esta iniciativa es que se evite el más mínimo vertimiento en el alcantarillado de sustancias peligrosas que son un riesgo para las fuentes de aguas.
- Todos los grupos son conscientes de la importancia del cuidado del medio ambiente y de las instalaciones de la Fiscalía, por ende la colaboración prestada e información suministrada para la elaboración de las propuestas de los planes de gestión fue notoria y acertada por parte de cada grupo al cual se realizaron las visitas y todo el análisis correspondiente respecto a la generación de residuos.
- Respecto a los análisis y experimentaciones realizados, debido a la poca cantidad obtenida en la destilación de los residuos de los solventes 2-propanol y metanol del grupo de cromatografía del grupo de microscopía electrónica de barrido, se recomienda el almacenamiento directo del residuo en bidones rotulados e indicados para este tipo de residuos proveniente de los análisis de cromatografías para realizar la disposición final de ellos por medio de la empresa contratada para el manejo de residuos peligrosos.
- Es necesario hacer una delimitación de cada área de residuos de manera física para tener un mejor control en la separación de los mismos en el centro de

acopio de la zona de Paloquemao, además de una correcta señalización para los 2 centros de acopio de las sedes existentes.

- Los residuos de Buffer con EDTA del grupo de genética forense pueden ser vertidos sin riesgo a la contaminación del medio ambiente debido a que el pH de este residuo inicialmente es de un pH neutro que al entrar en contacto con el agua continua manteniendo el rango de viraje neutro. Sin embargo, por la campaña de cero vertimientos, este residuo será recolectado y puesto a disposición para su debido manejo por parte de la empresa contratada para el manejo de residuos peligrosos.
- Mediante la implementación de los planes de gestión integrales propuestos en el presente trabajo, la Fiscalía General de la Nación reduciría las probabilidades de que se generen multas debido al incumplimiento de los parámetros vigentes establecidos por las entidades ambientales respecto al cuidado del medio ambiente y además, la seguridad mínima requerida para el manejo y disposición de residuos peligrosos químicos y/o biológicos.
- Adicional a lo anterior, la implementación de los planes de gestión propuestos ayudaría a evitar confusiones y a realizar un correcto manejo de todos los residuos generados en el cuerpo técnico de investigaciones, por medio de estrategias como la correcta separación en la fuente, la minimización de generación, disposición de residuos, alternativas de aprovechamiento logrando disminuir la generación de los mismos y evitar vertimientos que no se encuentran reglamentados.
- La Fiscalía General de la Nación es una entidad que se encuentra comprometida desde hace más de un año con el cuidado del medio ambiente generando cambios en sus procesos siendo más eficientes en términos de utilización de materiales e insumos para que de manera recíproca se evidencie en la disminución de la generación de residuos bien sean ordinarios y/o peligrosos y un aumento considerable de residuos aprovechables para continuar motivando el cuidado del medio ambiente.
- Todos los planes de gestión de los 16 grupos del Cuerpo Técnico de Investigaciones de la Fiscalía General de la Nación se presentaran como anexos digitales al presente trabajo.

## 7. RECOMENDACIONES

- Realizar un control riguroso de desechos en la FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN mediante la cuantificación en cada uno de los grupos del grupo de criminalística.
- Verificar el control de vertimientos peligrosos dispuestos a terceros.
- Que la campaña de “Justicia verde, Juntos podemos” sea apoyada por medio del desarrollo y ejecución del plan de gestión integral de residuos líquidos y sólidos de todos los grupos que conforman el grupo de criminalística para darle fuerza, mejoramiento y organización a la campaña mencionada.
- Realizar la separación de los residuos líquidos del programa cero vertimientos por tipo de compuestos generados para facilitar el tratamiento y la disposición final, de esta forma se pueden evitar problemas por contaminación cruzada de residuos químicos y biológicos.
- Incluir dentro del programa de cero vertimientos al grupo de microscopía electrónica de barrido y lofoscopia y NN's e igualmente realizar la separación de residuos líquidos pro tipo de compuestos generados.
- Todos los grupos deben realizar los balances de materiales respectivos a los procesos operacionales ejecutados en cada uno de ellos.
- Emplear los Indicadores de gestión como parámetro esencial para la evaluación del PGIRSL propuesto para la FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN
- Replicar y expandir del PGIRSL si los indicadores de gestión arrojan resultados positivos a los planes ya implementados a las diferentes ramas de la FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN.

## BIBLIOGRAFÍA

7 beneficios de integrar sistemas de gestión. ISOTools. Publicado el 12 de Abril de 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.isotools.org/2017/04/12/7-beneficios-integrar-sistemas-gestion/>. [Consultado el 6 de Julio de 2018].

Beneficios de los sistemas de gestión integrados. ISOTools. Publicado el 8 de Abril de 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.isotools.org/2014/04/08/los-beneficios-de-los-sistemas-de-gestion-integrados/>. [Consultado el 6 de Julio de 2018].

BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATIO. Dirección de medicamentos y productos biológicos. INVIMA. [En línea]. Formato: Diapositivas. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/ASS/ESA/ASS-ESA-DI130.pdf>

COLOMBIA. SISTEMA-ARP SURA. Centro de Información de Sustancias químicas, Emergencias y Medio Ambiente-Cistema. [En línea]. Bogotá D.C., 2011. p. 6.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 2981. (20, diciembre, 2013). Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2013. no. 49010.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 4741. (30, diciembre, 2005). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2005. no. 46137. p.15-29.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dirección de desarrollo sectorial sostenible. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Bogotá. 2005. P. 11.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible/Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial OCADE. Gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bases conceptuales. [En línea]. Bogotá D.C., 2007. p. 102.

COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 1713. (07, agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. no. 44893. p. 42.



COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 1076. (2, Mayo, 2015). Por el cual se expide el Decreto Único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2015. no. 49523.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 2676. (22, diciembre, 2000). Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2000. no. 44275. p. 1-12.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Resolución 1124. (5, Abril, 2016). Por el cual se establece la guía que contiene los criterios y requisitos para el estudio de Biodisponibilidad y Bioequivalencia de medicamentos, se define el listado de los que deben presentarlos y se establecen las condiciones de las Instituciones que los realicen. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2016. no. 498836.

COLOMBIA.CISTEMA-ARP SURA. Matriz guía de almacenamiento químico. [En línea]. Bogotá D.C., 2011.

COLOMER MENDOZA, Francisco José y GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. Tratamiento Y Gestión De Residuos Sólidos: Origen, composición y propiedades de los residuos sólidos. México: Limusa, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2009. p. 91-96. ISBN 978-968-18-7036-2.

CORIA MONTER, Paulo. Introducción a la criminalística de campo y de laboratorio. [Consultado en Abril 04, 2018]. Disponible en: <https://criminalistica.mx/areas-forenses/criminalistica/1306-introduccion-a-la-criminalistica-de-campo-y-de-laboratorio>. Fuente original: <http://www.cienciaforense.cl/csi/content/view/7/2/1/0/>

CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADO A UN DETECTOR DE MASA GC/MS. [En línea]. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21937/capitulo5.pdf>. [Consultado el 2 de Noviembre de 2018]. p. 1.

CUESTA PARRA, Diana Marcela. Fundación Universidad de América. Bogotá, D.C, Colombia. 2017.

DIRECCIÓN NACIONAL DEL CUERPO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN. Funciones C.T.I. [Consultado en Abril 04, 2018]. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20081119232357/http://www.fiscalia.gov.co/pag/entidad/organig/paginas/dncti.htm>

ECOCAPITAL. Tratamientos. [En línea]. Disponible en: <http://ecocapital.co/servicios/disposicion-final/>. [Consultado el 25 de Abril de 2018].

ECOCAPITAL. Tratamientos. [En línea]. Disponible en: <http://ecocapital.co/servicios/tratamientos/>. [Consultado el 25 de Abril de 2018].

FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN. ¿Quiénes somos?. [Consultado en Abril 04, 2018]. Disponible en: <http://www.fiscalia.gov.co/colombia/la-entidad/quienes-somos/>

FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN. Funciones y deberes. [Consultado el Abril 04, 2018]. Disponible en: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/la-entidad/funciones/>

FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Manual único de criminalística. [En línea]. Bogotá D.C., Colombia. p. 4.

Gas Chromatography. [En línea]. 2010. Disponible en: [http://www.oneonta.edu/faculty/viningwj/chem112/labs/gc\\_lab\\_2010.pdf](http://www.oneonta.edu/faculty/viningwj/chem112/labs/gc_lab_2010.pdf). [Consultado el 1 de Octubre de 2018]. p. 2.

GOMEZ SOSA, Gustavo. Universidad Nacional Autónoma de México. Indicadores de pH. [Diapositivas]. [En línea]. México: 2010. Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/12.IndicadoresdePH\\_9152.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/12.IndicadoresdePH_9152.pdf). Citado el 14 de Julio, 2018. Diapositiva 6.

IDEAM. Hipoclorito de Sodio. [En línea]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia18.pdf>. Citado en Julio, 2018. p. 291.

ISTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIONIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. Bogotá D.C: El instituto, 2018. 153 p. ISBN 978-9588585-67-3.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLAN. Manual de desechos tóxicos. [En línea]. Disponible en: [file:///C:/Users/maica/Downloads/m-qui-04\\_manual\\_de\\_desechos\\_toxicos.pdf](file:///C:/Users/maica/Downloads/m-qui-04_manual_de_desechos_toxicos.pdf). [Citado el 14 de Julio, 2018]. p. 16.

KILLGERM. Rely+On™ Virkon® - 500g. [En línea]. Disponible en: <http://www.killgerm.es/catalogo/index.php/rely-on-virkon-500g>. [Consultado en 25 de Abril de 2018].

LITO S.A.S. Nosotros. [En línea]. Disponible en: <http://www.litolda.com/index.php/nosotros>. [Consultado el 30 de Abril de 2018]. Manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia MPGIRH. MINISTERIO DE SALUD Y MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. [En línea]. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/manuales/PGIRH%20MinAmbiente.pdf>. p. 32.

MORA, Víctor. Así funciona la informática forense en Colombia. [En línea]. En: El Universal. Cartagena, 9 de Diciembre, 2013.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Transporte De Mercancías Peligrosas, Clasificación, Marcado, Etiquetado Y Rotulado. NTC 1692. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2012. p. 4-5.

QUINTERO CARRASCAL, Jairo. Guía para el manejo integral de los residuos hospitalarios y similares. Colombia: Cartagena, Universidad de San Buenaventura de Cartagena, 2009. p. 34.

Registro de generadores de residuos o desechos peligrosos – RESPEL. Ministerio de Ambiente y SIAC. [En línea]. Disponible en: <http://www.siac.gov.co/respel>

Secretaria de Medio Ambiente Y Recursos Naturales. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-052-ECOL-2001, Que establece el procedimiento de identificación, clasificación y el listado de los residuos peligrosos. Diario Oficial. México D. F. Julio 26, 2002, primera sección. p 49.

Tabla de retención documental. Archivo General de la Nación. [En línea]. Disponible en: [http://www.archivogeneral.gov.co/sites/default/files/Estructura\\_Web/3\\_Transparencia/10.6%20tablas%20de%20retencion/Trdjunio\\_2016.pdf](http://www.archivogeneral.gov.co/sites/default/files/Estructura_Web/3_Transparencia/10.6%20tablas%20de%20retencion/Trdjunio_2016.pdf)

THE MARK CHEMICAL DATA BASE. ChemDat. Almacenamiento seguro de sustancias peligrosas.

# **ANEXOS**

**ANEXO A.  
MATERIALES E INSUMOS SECCIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICA**

Tabla 14. Materiales e insumos grupos de criminalística sección técnico-científica.

<b>Sección técnico-científica</b>										
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Arquitectura, ingeniería y topografía</b>	<b>Automotores</b>	<b>Balística forense</b>	<b>Calidad</b>	<b>Documentología y grafología</b>	<b>Fotografía y video</b>	<b>Informática forense</b>	<b>electrónica de barrido</b>	<b>Química forense</b>	<b>Metrología</b>
<b>Elementos de oficina</b>										
Azúcar en sobre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bolsas con cierre hermético	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombillos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Botellones de agua			X				X			X
Canecas de basura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cartón	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cartuchos de impresora	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cinta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elementos de protección persona (EPP)	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Esferos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Papel de impresión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Papel de plotter	X									
Papel de sticker					X	X				
Pilas/baterías	X	X				X	X			
Pitillos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plástico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sobre de papel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Toallas de papel (limpieza)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vasos desechables	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 14. (Continuación).

<b>Sección técnico-científica</b>										
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Arquitectura, ingeniería y topografía</b>	<b>Automotores</b>	<b>Balística forense</b>	<b>Calidad</b>	<b>Documentología y grafología</b>	<b>Fotografía y video</b>	<b>Informática forense</b>	<b>electrónica de barrido</b>	<b>Química forense</b>	<b>Metrología</b>
<b>Equipos de oficina</b>										
Cámaras		X				X	X			X
Computadores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dispensador de agua	X						X			
Escáner	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Grabadoras						X				X
Impresoras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Impresoras de sticker	X				X	X				
Impresoras de cds, dvds							X			
Micrófonos						X				
Portátiles				X		X	X			
Televisores	X	X	X		X	X	X	X		X
Trípodes						X				
Trituradora de papel	X					X	X			
VHS						X				
Video beam				X						
<b>Elementos de baño</b>										
Antibacterial										
Jabón de manos				X		X	X	X	X	
Papel higiénico				X		X	X	X	X	

Tabla 14. (Continuación).

<b>Sección técnico-científica</b>										
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Arquitectura, ingeniería y topografía</b>	<b>Automotores</b>	<b>Balística forense</b>	<b>Calidad</b>	<b>Documentología y grafología</b>	<b>Fotografía y video</b>	<b>Informática forense</b>	<b>electrónica de barrido</b>	<b>Química forense</b>	<b>Metrología</b>
<b>Elementos de laboratorio</b>										
Elementos de protección personal (EPP)		X	X		X			X	X	X
Algodón		X	X					X	X	X
Canecas para residuos biológicos			X						X	
Canecas para residuos químicos			X					X	X	X
Filtros			X					X	X	
Frascos para reactivos de plástico			X					X	X	
Frascos para reactivos de vidrio			X					X	X	
Gasas			X					X	X	X
Guardianes de plásticos									X	
Herramientas de corte			X		X			X	X	X
Herramientas de golpe									X	
Instrumentos de metal								X		
Instrumentos de plásticos			X					X	X	X
Instrumentos de vidrio			X					X	X	X
Hisopos		X	X					X	X	X
Jeringas			X					X	X	
Sustancias químicas		X	X					X	X	X

Tabla 14. (Continuación).

<b>Sección técnico-científica</b>										
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Arquitectura, ingeniería y topografía</b>	<b>Automotores</b>	<b>Balística forense</b>	<b>Calidad</b>	<b>Documentología y grafología</b>	<b>Fotografía y video</b>	<b>Informática forense</b>	<b>electrónica de barrido</b>	<b>Química forense</b>	<b>Metrología</b>
<b>Equipos de laboratorio</b>										
Tapetes atrapa partículas								X		
Toallas de papel (limpieza)		X	X					X	X	X
Vaselina		X								X
Viales de vidrio								X	X	
Balanzas			X					X	X	
Bombas								X	X	
Cabinas de extracción de gases			X					X		
Camaras ultravioletas			X							
Computadores			X		X			X		
Cromatógrafos de gases								X		
Cromatógrafos de HPLC								X		
Cromatógrafos de masas								X		
Destiladores								X	X	
Dinamómetros			X							
Escáner					X					
Espectrofotómetros					X					
Espectrofotómetros de infrarrojo								X	X	



Tabla 14. (Continuación).

<b>Sección técnico-científica</b>										
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Arquitectura, ingeniería y topografía</b>	<b>Automotores</b>	<b>Balística forense</b>	<b>Calidad</b>	<b>Documentología y grafología</b>	<b>Fotografía y video</b>	<b>Informática forense</b>	<b>electrónica de barrido</b>	<b>Química forense</b>	<b>Metrología</b>
Espectrofotómetro uv/vis								X	X	X
Estereomicroscopio					X			X		
Equipo de fluorescencia								X	X	
Hornos/estufas								X		
Humidificador										
Impresoras					X			X		
Lavadoras										
Macroscopios de comparación			X							
Neveras								X		
pH metro								X		
Sonómetros			X							
Videocomparadores					X					

Fuente: elaboración propia.

**ANEXO B.  
MATERIALES E INSUMOS SECCIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICA**

Tabla 15. Materiales e insumos grupos de criminalística sección identificación.

<b>Sección identificación</b>					
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Acústica</b>	<b>Genética forense</b>	<b>Identificación humana</b>	<b>Lofoscopia</b>	<b>Morfología facial</b>
<b>Elementos de oficina</b>					
Azúcar en sobre	X	X	X	X	X
Bolsas con cierre hermético	X	X	X	X	X
Bombillos	X	X	X	X	X
Botellones de agua					X
Canecas de basura	X	X	X	X	X
Cartón	X	X	X	X	X
Cartuchos de impresora	X	X	X	X	X
Cinta	X	X	X	X	X
Elementos de protección persona (EPP)	X	X	X		X
Esferos	X	X	X	X	X
Papel de impresión	X	X	X	X	X
Papel de sticker	X			X	
Pilas/baterías	X				
Pitillos	X	X	X	X	X
Plástico	X	X	X	X	X
Sobre de papel	X	X	X	X	X
Toallas de papel (limpieza)	X	X	X	X	X
Vasos desechables	X	X	X	X	X
<b>Equipos de oficina</b>					
Cámaras	X	X			
Computadores	X	X	X	X	X
Dispensador de agua					X
Escáner	X	X	X	X	X

Tabla 15. (Continuación).

<b>Sección identificación</b>					
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Acústica</b>	<b>Genética forense</b>	<b>Identificación humana</b>	<b>Lofoscopia</b>	<b>Morfología facial</b>
Grabadoras	X				
Impresoras	X	X	X	X	X
Impresoras de sticker	X			X	
Micrófonos	X				
Portátiles	X				X
Televisores	X	X	X	X	X
Trípodes					
Trituradora de papel			X		X
<b>Elementos de baño</b>					
Antibacterial					
Jabón de manos					X
Papel higiénico					X
<b>Elementos de laboratorio</b>					
Elementos de protección personal (EPP)	X	X	X	X	X
Algodón		X	X	X	
Canecas para residuos biológicos		X	X		X
Canecas para residuos químicos	X	X	X	X	
Filtros		X	X	X	
Frascos para reactivos de plástico		X		X	
Frascos para reactivos de vidrio		X		X	
Gasas		X	X	X	
Guardianes de plásticos		X	X	X	
Herramientas de corte	X	X	X	X	X

Tabla 15. (Continuación).

<b>Sección identificación</b>					
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Acústica</b>	<b>Genética forense</b>	<b>Identificación humana</b>	<b>Lofoscopia</b>	<b>Morfología facial</b>
Herramientas de golpe					
Instrumentos de metal		X			
Instrumentos de plásticos		X	X	X	
Instrumentos de vidrio		X		X	
Hisopos		X	X	X	
Jeringas		X	X	X	
Pinceles/brochas				X	
Sustancias químicas		X	X	X	
Toallas de papel (limpieza)		X	X	X	X
<b>Equipos de laboratorio</b>					
Balanzas		X	X	X	
Analizadores genéticos		X			
Autoclave		X			
Cabinas de bioseguridad		X			
Cabinas de extracción de gases		X		X	
Centrífugas		X			
Computadores	X	X	X	X	X
Computadores para reconstrucción facial					X
Escáner	X				
Escáner 3D					X
Hornos/estufas		X	X	X	
Impresoras	X	X			
Lavadoras			X		

Tabla 15. (Continuación)

<b>Sección identificación</b>					
<b>Materias primas e insumos</b>	<b>Acústica</b>	<b>Genética forense</b>	<b>Identificación humana</b>	<b>Lofoscopia</b>	<b>Morfología facial</b>
Neveras		X			
pH metro		X			
Pulverizadores		X			
QiaCUBE		X			
Secadoras			X		
Serofugas		X			
Termocicladores		X			

Fuente: elaboración propia.

**ANEXO C.  
GENERACIÓN DE RESIDUOS SECCIÓN DE TÉCNICO-CIENTÍFICA.**

Tabla 16. Residuos generados por los grupos que conforman la sección técnico-científica.

<b>Sección técnico-científica</b>												
<b>Clasificación de residuos</b>		<b>Arquitectura, ingeniería y topografía</b>	<b>Análisis ambientales</b>	<b>Automotores</b>	<b>Balística forense</b>	<b>Calidad</b>	<b>Documentología y grafología</b>	<b>Fotografía y video</b>	<b>Informática forense</b>	<b>Microscopía electrónica de barrido</b>	<b>Química forense</b>	<b>Metrología</b>
Orgánicos, biodegradables		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aprovechables	Papel y cartón	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Plástico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Vidrio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
No aprovechables	Ordinarios/ inertes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Peligrosos	Biológicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Corto-punzantes		X		X					X	X	
	Reactivos / sustancias químicas		X	X	X					X	X	X
	Material impregnado con reactivos/ sustancias químicas		X	X	X					X	X	X

Fuente: elaboración propia.

**ANEXO D.  
GENERACIÓN DE RESIDUOS SECCIÓN DE IDENTIFICACIÓN.**

Tabla 17. Residuos generados por los grupos que conforman la sección de identificación.

<b>Sección identificación</b>						
<b>Clasificación de residuos</b>		<b>Acústica</b>	<b>Genética</b>	<b>Identificación humana</b>	<b>Lofoscopia</b>	<b>Morfología facial</b>
Orgánicos, biodegradables		X	X	X	X	X
Aprovechables	Papel y cartón	X	X	X	X	X
	Plástico	X	X	X	X	X
	Vidrio	X	X	X	X	X
No aprovechables	Ordinarios/ inertes	X	X	X	X	X
Peligrosos	Biológicos	X	X	X	X	X
	Corto-punzantes		X			
	Reactivos / sustancias químicas		X		X	
	Material impregnado con reactivos/ sustancias químicas		X		X	

Fuente: Las autoras.

**ANEXO E.  
RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS Y BIOLÓGICOS GENERADOS EN LOS  
GRUPOS QUE CUENTAN CON LABORATORIOS.**

Tabla 18. Residuos peligrosos y biológicos generados en los grupos con laboratorios.

RESIDUO	LABORATORIO	DISPOSICIÓN
Algodón con FRYS	Automotores	No hay
Lijas		No hay
Algodón con disolventes	Análisis Ambientales	Incineración
Barras e hilos de carbón		No hay
Filtros contaminados		Desactivación química
Hisopos con disolventes		Desactivación química
Papel craft para pruebas		Desactivación química
Pipetas de gases		Desactivación química
Residuos de aceites		Desactivación química
Residuos de ácidos		Desactivación química
Residuos de bases		Desactivación química
Residuos de cromatografía		Desactivación química
Residuos de explosivos inorgánicos		Desactivación química
Residuos de explosivos orgánicos		Desactivación química
Residuos de hidrocarburos		Desactivación química
Residuos de pruebas		Desactivación química
Viales de vidrio contaminados		Desactivación química
Agua con metales pesados		Balística forense
Algodón con solventes, sales	Incineración	
Armas	Se entrega a las autoridades	
Filtros con solventes	Desactivación química	
Hisopos con solventes, sales	Desactivación química	
Papel craft para pruebas	Desactivación química	
Papel fotográfico para pruebas	Desactivación química	
Prendas de vestir contaminadas	Balística forense	Esterilización por autoclave
Proyectiles		Fundición
Residuos de muestras para análisis		Sifón



Tabla 18. (Continuación).

RESIDUO	LABORATORIO	DISPOSICIÓN
Algodón con material biológico	Genética	Esterilización por autoclave
Frascos con restos óseos y dentales		Esterilización por autoclave
Hisopos con material biológico		Esterilización por autoclave
Lijas para limpieza		Esterilización por autoclave
Objetos corto punzantes contaminados		Termodestrucción controlada
Papel craft para pruebas		Esterilización por autoclave
Residuos de buffer		Desactivación química
Residuos de detergentes biodegradables		Sifón
Residuos de disolventes		Desactivación química
Residuos óseos y dentales de pulverización		Esterilización por autoclave
Test de sangre		Esterilización por autoclave
Algodón con material biológico	Identificación humana	Esterilización por autoclave
Desechos de agua con material biológico		Sifón
Hisopos con material biológico		Esterilización por autoclave
Objetos corto punzantes contaminados		Inactivación química
Papel craft para pruebas		Esterilización por autoclave
Residuos de detergentes		Sifón
Algodón con reactivos	Lofoscopia	Incineración
Desechos de agua con reactivo		Sifón
Filtros con partículas de reactivos		Incineración
Hisopos con reactivos		Incineración
Papel craft para pruebas		Incineración
Residuo de tinta		Disposición LITO
Residuos de reactivos en polvo		Incineración
Algodón con alcohol	Metrología	No hay
Objetos corto punzantes contaminados		Inactivación química
Algodón con disolventes	Microscopía electrónica de barrido	Incineración
Barras e hilos de carbón		No hay
Filtros contaminados		Desactivación química

Tabla 18. (Continuación).

RESIDUO	LABORATORIO	DISPOSICIÓN
Hisopos con disolventes		Desactivación química
Papel craft para pruebas		Desactivación química
Pipetas de gases		Desactivación química
Residuos de aceites		Desactivación química
Residuos de ácidos		Desactivación química
Residuos de bases		Desactivación química
Residuos de cromatografía		Desactivación química
Residuos de explosivos inorgánicos		Desactivación química
Residuos de explosivos orgánicos		Desactivación química
Residuos de hidrocarburos		Desactivación química
Residuos de pruebas		Desactivación química
Viales de vidrio contaminados		Desactivación química
EPP contaminados		Morfología facial
Sustancias psicoactivas	Química forense	Termodestrucción controlada
Algodón con solventes		Desactivación química
Alimentos contaminados		Desactivación química
Artesanías contaminadas		Desactivación química
Bolsas plásticas contaminadas		Desactivación química
Cartón contaminado		Desactivación química
Cauchos contaminados		Desactivación química
Líquidos contaminados		Desactivación química
Maderas contaminados	Química forense	Desactivación química
Objetos corto punzantes contaminados		Inactivación química
Piezas metálicas contaminadas		Desactivación química
Plásticos contaminados		Desactivación química
RAEE contaminados		Desactivación química
Residuos de hidrocarburos		Desactivación química
Residuos de pruebas preliminares		Desactivación química
Residuos de solventes		Desactivación química
Residuos de duquenois		Desactivación química
Telas contaminadas		Desactivación química
Viales de vidrio contaminados	Inactivación química	

**ANEXO F.  
CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE TODOS LOS GRUPOS DEL  
DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA SEGÚN DECRETO 4741 DE 2005.**

Las tablas se encuentran en los anexos digitales.

**ANEXO G.  
CLASIFICACIÓN DECRETO 4741 DE 2005**

Cuadro 13. Clasificación anexo I y anexo II Decreto 4745 de 2005.

Corriente	Equivalente	Nombre	Residuo	Corriente	Equivalente	Nombre	Residuo
Y6		Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos	Hidrocarburos alifáticos	Y22		Compuestos de cobre	Haluros
			Hidrocarburos halogenados				Óxidos, sulfuro e hidróxido
			Cetonas				Cianuro y sulfato
			Derivados nitrogenados	Sales cúpricas de los oxoácidos			
Y14	A4150	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan	Cortopunzantes	Y34	A4090	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida	Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización de ácidos
			Residuos provenientes de cultivos de laboratorio	Y39	A3070	Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles	Orgánicos
			Residuos de productos químicos	A4140		Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III	Residuos Infecciosos
	Productos Químicos						
Y15	A4080	Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente	Municiones				Residuos de Laboratorios de Investigación o de Empresas
			Pólvoras y explosivos				
			Artificios				
			Sustancias químicas relacionadas con explosivos				

Fuente: Decreto 4745 de 2005. Disponible en:  
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526371/Decreto+4741+2005+P+REVENCION+Y+MANEJO+DE+REIDUOS+PELIGROSOS+GENERADOS+EN+GESTION+INTEGRAL.pdf/491df435-061e-4d27-b40f-c8b3afe25705>

## **ANEXO H. NEUTRALIZACIÓN Y/O DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS LÍQUIDO<sup>75</sup>**


- **Ácidos Inorgánicos:** Diluir con agua aproximadamente en una proporción 1:5 y después neutralizar adicionando una solución de sodio hidróxido al 32% o escamas del mismo producto. La solución salina resultante, se diluye en agua en una proporción de 1:10 u otra que sea necesaria y luego se envasan en recipientes para su disposición final.
- **Ácidos Orgánicos:** Diluir con agua aproximadamente en una proporción 1:5 y después neutralizar adicionando una solución de sodio hidróxido al 32% o escamas del mismo producto. La solución salina resultante se diluye en agua en una proporción de 1:10 u otra que sea necesario y luego se envasan en recipientes para su disposición final. Incinerar en un horno de combustión autorizada.
- **Aldehídos:** Mezclar con precaución en pequeñas dosis con sodio sulfito sólido, después de lo cual y agitando simultáneamente se añade un poco de agua. En caso necesario, la reacción se acelera agregando con cuidado ácido sulfúrico diluido. La solución resultante se neutraliza, se diluye con agua y luego se envasan en recipientes para su disposición final.
- **Aminas:** Diluir con agua en una proporción aproximada de 1:5 luego neutralizar con ácido sulfúrico diluido hasta un pH 6 - 8. La solución salina resultante, se disuelve en agua y luego se envasan en recipientes para su disposición final.
- **Ácidas:** Deben oxidarse sobre hielo (Bajo refrigeración) con una solución diluida de nitrato amonio sérico IV. Una vez finalizada la reacción, se separa la fase orgánica si se produce y se incinera en un horno de combustión autorizado.

---

<sup>75</sup> QUINTERO CARRASCAL, Jairo. Guía para el manejo integral de los residuos hospitalarios y similares. Op. Cit., p. 15.


**ANEXO I.  
FORMATOS DE RECOLECCIÓN PARA RESIDUOS SÓLIDOS, PELIGROSOS Y  
ESPECIALES.**

Figura 48. Formatos de recolección para residuos sólidos.

		PROCESO DE GESTIÓN BIENES										Código: FGN-12.3.1-AS-F					
		FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS										Versión: 01 Página: 1 de 1					
1. Dirección Seccional _____				2. Sede _____				3. Subdirección Regional _____									
4. Nombre de quien hace la medición _____					5. Correo electrónico _____					6. Empresa Gestora de Residuos _____							
7. Fecha de entrada	8. Proceso que lo Genera	9. Tipo de residuo										10. Cantidad (kg)	11. Reciclable		12. Fecha de entrega	13. Nombre quien recibe el material	
		Ordinario	Orgánicos	Papel	Cartón	Plástico	Madera	Vidrio	Metal	Doc. Especiales	otro		Si	No			
14. Firma _____																	


Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN

Figura 49. Formatos de recolección para residuos peligrosos.

	<b>PROCESO GESTIÓN DE BIENES</b>							Código: FGN-12.3.1-AS-F	
	<b>FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS</b>							Versión: 01 Página: 1 de 1	
1. Dirección Seccional: _____			2. Sede: _____			3. Nombre de quien entrega _____			
4. Subdirección Regional: _____				5. Gestor de Residuos: _____					
6. Fecha de entrada	7. Proceso que lo genera	8. Procedimiento o actividad que da origen al RESPEL	9. Tipo de contenedor	10. Nombre del RESPEL	11. Estado Físico	12. Características de peligrosidad	13. Cantidad (kg)	14. Fecha de entrega	15. Nombre de quien hace la medición
							16. Total		
17. Observaciones:									
18. FIRMA:									

Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.

Figura 50. Formatos de recolección para residuos especiales.

		<p align="center"><b>PROCESO GESTIÓN DE BIENES</b></p> <p align="center"><b>FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ESPECIALES</b></p>			<p>Código: FGN-12.3.1-AS-F</p> <p>Versión 01</p> <p>Página: 1 de 1</p>
1. Dirección Seccional: _____		2. Sede: _____		3. Subdirección Regional: _____	
4. Gestor de Residuos: _____			5. Fecha de Entrega Final: _____		
6. Fecha de entrada	7. Proceso que lo Genera	8. Tipo de residuo	9. Cantidad (kg)	10. Nombre encargado de entrega	11. Nombre encargado de recepción
			12. Total		
13. Firma _____					

Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.



## ANEXO J. ROTULO PARA BOLSAS Y BIDONES DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Figura 51. Rótulo para bolsas y bidones de almacenamiento de residuos peligrosos



**FISCALIA**  
GENERAL DE LA NACION

**RESIDUOS PELIGROSOS**  
**FISCALIA GENERAL DE LA NACION**



FECHA :       AREA GENERADORA:

NOMBRE DEL RESIDUO:

CORRIENTE DEL RESIDUO:

ESTADO FISICO:    SOLIDO       LIQUIDO       OTRO

CANTIDAD :     kg     L     UNIDAD     OTROS

**IDENTIFICACION NACIONES UNIDAS**



















**ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL**

**NFPA 704**













Inflamabilidad

Inestabilidad

Salud

Especial



Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.

## ANEXO K. TARJETA DE EMERGENCIA PARA LA SUSTANCIA CLORO<sup>76</sup>

Copia autorizada al Ministerio de Transporte, el 2012/09/25 para consulta web  
**NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4532 (Primera actualización)**

### ANEXO B (Informativo)

#### EJEMPLOS DE TARJETAS DE EMERGENCIA PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES

##### B.1 EJEMPLO UNO

1. PRODUCTO QUÍMICO  
CLORO



#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA MERCANCÍA PELIGROSA, LA COMPAÑÍA Y CLASIFICACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS

Cloro (Sinónimos: dicloro, bertolito, cloro molecular).

Número de Naciones Unidas: UN 1017

Número CAS: 7782-50-5

Identificación de la empresa

ABC Chemical Company  
Environmental, safety, and Health Affairs  
P.O.Box 22099  
Oak Dale, NJ 22209  
(209) 555-1212 (24 horas para preguntas y emergencias)

Centro de información técnica  
XYZ (24 Horas)  
9800-16012 Fuera de Bogotá. 2 88 60 12 En Bogotá.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

##### 2.1 VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS

A presión atmosférica es gas, de color amarillo verdoso, olor picante e irritante, no combustible. Es transportado en tanques presurizados en estado líquido, color ámbar, olor irritante.

##### 2.2 POTENCIALES EFECTOS ADVERSOS PARA LA SALUD

INGESTIÓN No aplicable para el gas. Un chorro de líquido ocasiona sensación de quemadura.  
PIEL Sensación de quemadura. Mezclado con agua produce quemadura ya que forma ácido clorhídrico el cual es corrosivo. Produce irritación, dolor y enrojecimiento.

<sup>76</sup> COLOMBIA. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC 4532. (15, diciembre, 2010). Transporte de mercancías peligrosas. Tarjetas de emergencia para transporte de materiales. Elaboración. Bogotá D.C., Adaptado no.14237. p. 63-65.

**OJOS** Un chorro de líquido produce quemadura por congelamiento. El gas produce lagrimeo, enrojecimiento, dolor, visión borrosa y quemaduras. Es corrosivo para los tejidos.

**INHALACIÓN** Forma ácidos en el organismo. Sensación de quemadura, produce espasmos en los músculos de la laringe, lagrimeo excesivo, tos, náuseas dificultad respiratoria, dolor de cabeza y del tracto respiratorio, edema pulmonar. Los síntomas pueden ser retardos. La inhalación de concentraciones mayores de 1 000 ppm causan la muerte.

**EFFECTOS CRÓNICOS** Puede causar erosión de los dientes. Tiene efectos sobre los tejidos y pulmones, posible bronquitis crónica.

### **3. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL/CONTROL EXPOSICIÓN**

#### **3.1 CONTROLES DE INGENIERÍA**

Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Control exhaustivo de las condiciones de proceso. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.

#### **3.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Si la concentración en el ambiente es inferior a 25 ppm use respirador con filtro químico, máscara facial completa o una máscara antigas tipo ajustable, guantes, gafas de seguridad, overol y botas. Para control de emergencias, usar equipo de respiración autónomo (SCBA) con máscara completa y ropa de protección total.

#### **3.3 PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN**

##### **LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL**

TWA: 1.5 mg/m<sup>3</sup> STEL: 2,9 mg/m<sup>3</sup> TECHO (C): No establecido.

IPVS: 30 ppm.

### **4. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

**ESTABILIDAD** Estable bajo condiciones normales.

**INCOMPATIBILIDADES (Materiales a evitar)**

AGUA (SI) AIRE (SI) (húmedo)

**OTROS:** reacciona con alquil fósgenos, benceno, silicona, compuestos de mercurio. No ponga en contacto con combustibles, alcoholes, acetileno, hidrógeno, amoníaco, hidrocarburos, éter, turpentina y metales finamente divididos (peligro de fuego y explosión). Ataca metales en presencia de agua, así como también plásticos, caucho y tejidos.

## **5. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

### **5.1 PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS**

**INGESTIÓN** Lave la boca con agua. Si está consciente, suministre abundante agua. No induzca el vómito. Busque atención médica inmediatamente.

**OJOS** Lave con abundante agua, mínimo durante 15 min. Levante y separe los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repita el lavado. Busque atención médica inmediatamente.

**PIEL** Retire la ropa y calzado contaminados. Lave la zona afectada con abundante agua, mínimo durante 15 min. Si la irritación persiste repita el lavado. Busque atención médica inmediatamente.

**INHALACIÓN** Traslade al aire fresco. Si no respira administre respiración artificial (evite el método boca a boca). Si respira con dificultad suministre oxígeno. Mantenga la víctima abrigada y en reposo. Busque atención médica inmediatamente. La víctima debe estar bajo observación médica mínimo 24 h.

## **6. MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS**

**PELIGROS** No combustible. Es un agente oxidante fuerte (puede hacer que otras sustancias se enciendan). Puede haber explosión como resultado del contacto con hidrógeno, combustibles, acetileno y amoníaco.

**PRECAUCIONES** Mantenga alejado de materiales incompatibles No exponga al calor ni en trabajos con soldadura.


**PROCEDIMIENTOS EN CASO DE INCENDIO** Evacue o aisle el área de peligro. Restrinja el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubíquese a favor del viento. Use equipo de protección personal. Detenga la fuga y retire los contenedores si no hay riesgo. Manténgalos refrigerados con agua. Use protección respiratoria.

**AGENTES EXTINTORES DEL FUEGO** En un incendio donde esté involucrado cloro no utilice agua como medio de extinción (forma ácido clorhídrico el cual es tóxico y corrosivo). En los alrededores todos los agentes extintores son permitidos.

## **7. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL**

Evacue o aisle el área de peligro. Restrinja el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubíquese a favor del viento. Use equipo de protección personal. Ventile el área. No permita que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Consulte a expertos. No use agua. Disperse los vapores con una buena ventilación. Detecte la fuga con un trapo impregnado con solución amoniacal, atado a un palo largo, acérquelo al punto de sospecha, en caso afirmativo se forma un humo blanco. Detenga la fuga si no hay riesgo. Puede conducir el gas que escapa a través de una manguera a una solución de soda cáustica o lechada de cal (25 lb o 10 lb por cada 10 galones de agua respectivamente). No sumerja el cilindro en la solución. Se requieren 1,25 lb de lechada de cal o de soda por cada libra de cloro. Coloque los cilindros con la fuga hacia arriba para que escape el gas en lugar del líquido.

## ANEXO L. FORMATOS DE VERIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL TRANSPORTADOR

	PROCESO GESTIÓN DE BIENES		Código: FGN-12.3.1-AS-F
	FORMATO VERIFICACION REQUERIMIENTOS DEL TRANSPORTADOR		Versión: 01 Página: 1 de 1
1. Dirección Seccional _____		2. Sede _____	
3. Subdirección Regional _____		4. Nombre de quien hace la entrega _____	
5. Empresa Transportadora _____		6. Fecha de Recolección _____ 7. Hora de Recolección _____	
8. Requerimiento	9. Cumple		10. Observaciones
	SI	NO	
¿Cuenta con rótulos de identificación según corresponda, de manera visible?			
¿Los residuos están embalados y etiquetados según su naturaleza?. Se debe visualizar el numero de Naciones Unidas para cada material que se transporte			
¿Los contenedores están debidamente asegurados al vehículo?			
¿Cuenta con los elementos básicos para atención de emergencias?			
¿Cuenta con los elementos básicos de protección personal: Guantes, Tapabocas, Gafas de Seguridad, Overol, Botas de seguridad			
¿Cuenta con el certificado del curso básico obligatorio de capacitación para los conductores de vehículos que transportan mercancías peligrosas			
¿Cuenta con las hojas de seguridad de los materiales que está transportando y las tarjetas de emergencia?			
¿Cuenta con los equipos logísticos requeridos para hacer un adecuado manejo de los residuos peligrosos?			
¿Los residuos están almacenados según su compatibilidad?			
¿El vehículo visualmente se encuentra en condiciones óptimas?			
¿El vehículo cuenta con un sistema sonoro que se activa cuando se encuentre en reversa?			
11. FIRMA Y NOMBRE DE QUIEN HACE LA ENTREGA DEL MATERIAL		12. FIRMA Y NOMBRE DE QUIEN RETIRA EL MATERIAL	

Fuente: FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN.