

DIAGNOSTICO Y FORMULACION DEL PLAN DE GESTION AMBIENTAL  
PARA EL LABORATORIO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA



DIANA CAROLINA CAICEDO RIVERA  
ELIANA MARCELA JIMÉNEZ BAMBAGUÉ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYAN  
2009

DIAGNOSTICO Y FORMULACION DEL PLAN DE GESTION AMBIENTAL  
PARA EL LABORATORIO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

DIANA CAROLINA CAICEDO RIVERA  
ELIANA MARCELA JIMENEZ BAMBAGUÉ

Trabajo presentado como requisito de grado para optar al título de:  
INGENIERO AMBIENTAL

Directora  
MARIA ELENA CASTRO CAICEDO  
Ing. Civil, Msc Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYAN  
2009

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Firma director Trabajo investigativo

---

Firma del jurado 1

---

Firma del jurado 2

Popayán, Miércoles 15 de Abril de 2009

*A Dios, por darme la fuerza, voluntad y motivación para no desfallecer en el camino, a mis padres por ser patrocinadores de este sueño, a mis hermanas, de quienes siempre recibí apoyo y a mi novio por su infaltable compañía y comprensión.*

*Diana Carolina Caicedo Rivera*

*A mis padres Simeón Jiménez y Elsa Bambagué, por el cariño y el apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, por brindarme la posibilidad de lograr mis metas y darme los fundamentos para ser cada día una mejor persona.*

*A mis hermanos mayores Rosa, Eduardo, Leyder y Fernando, gracias por protegerme y hacer que mi vida haya sido mucho más fácil que la de ustedes.*

*A mis amigos por su cariño, lealtad y apoyo en los momentos buenos y malos de mi vida.*

*Le doy infinitas gracias a Dios por darme el privilegio de pertenecer a mi familia y darme los mejores amigos que alguien puede tener.*

*Eliana Marcela Jiménez Bambagué*

## **AGRADECIMIENTOS**

- ⊕ A la Oficina de Control Interno de la Universidad del Cauca por la gestión hecha ante la Vicerrectoría Administrativa para la financiación del proyecto de investigación.
  
- ⊕ Al Instituto de Postgrados Ingeniería Civil a cargo del Ingeniero Ari Fernando Bustamante, por la financiación del proyecto de investigación.
  
- ⊕ A la Ingeniera Civil María Elena Castro Caicedo, por su tiempo y dedicación en la dirección del trabajo
  
- ⊕ Al Ingeniero Civil Jorge Javier Peña como Coordinador del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos, por su apoyo y colaboración durante el desarrollo del trabajo
  
- ⊕ A los Geotecnólogos del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos: Victoria Muñoz, Oscar Jaime Orozco, Lizardo Fernández y Oscar Martínez; auxiliares Jesús Calambás, Mario Alfredo Lasso y Gabriel Alberto Lasso; por su participación durante el desarrollo del trabajo y aportes al mismo.
  
- ⊕ A los docentes del Departamento de Geotecnia, por su asistencia a las reuniones realizadas y su interés ---
  
- ⊕ A los docentes del Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria: Ingeniero Paulo Mauricio Espinosa, Ecólogo Wilson Andrés Betancourt e Ingeniero Carlos Cesar Cabezas, por las asesorías prestadas.

- ⊕ A los auxiliares del Laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria: Reynaldo Mera y Ricardo Viveros, por la colaboración durante la realización de las pruebas químicas.
  
- ⊕ Al Departamento de Ingeniería Física, por el préstamo del sonómetro.
  
- ⊕ Al área de Edificios, Compras y Salud ocupacional, por la información suministradas y solicitudes atendidas.
  
- ⊕ A Familiares, amigos y compañeros, por su colaboración y apoyo moral desde el inicio del trabajo.

## CONTENIDO

	<b>Pág</b>
LISTA DE TABLAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
1. OBJETIVOS.....	3
1.1. GENERAL .....	3
1.2. ESPECIFICOS .....	3
2. MARCO REFERENCIAL .....	4
3. MARCO CONCEPTUAL.....	7
4. METODOLOGIA .....	9
4.1. REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL.....	10
4.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES .....	14
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
5.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL LABORATORIO .....	16
5.2. COMPONENTE AGUA.....	17
5.3. COMPONENTE ENERGÍA.....	25
5.4. COMPONENTE RUIDO .....	29
5.5. COMPONENTE MATERIALES E INSUMOS .....	33
5.6. COMPONENTE RESIDUOS .....	36

6.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	43
6.1.	IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES .....	43
6.2.	EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES .....	43
6.2.1.	Método ABC. ....	43
6.2.2.	Matriz de prioridades. ....	46
6.3.	CONCEPTO GENERAL DEL DIAGNÓSTICO .....	47
7.	FORMUACION DEL PLAN DE GESTION AMBIENTAL.....	50
7.1.	OBJETIVOS DEL PLAN .....	50
7.1.1.	Objetivo general. ....	50
7.1.2.	Objetivos específicos.....	50
7.2.	METAS .....	51
7.3.	ASPECTOS AMBIENTALES .....	51
7.4.	REQUISITOS LEGALES Y OTROS .....	52
7.5.	PROGRAMAS DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL .....	55
7.5.1.	Programa de gestión de residuos peligrosos. ....	55
7.5.2.	Programa de gestión de residuos no peligrosos. ....	56
7.5.3.	Programa de gestión de recursos hídrico, energético, combustibles y sus derivados, materiales e insumos. ....	56
7.5.4.	Uso y aprovechamiento del suelo e instalaciones.....	57
7.5.5.	Control de la contaminación atmosférica.....	58
7.5.6.	Generación, apropiación y difusión del conocimiento ambiental. ....	58
8.	SUGERENCIAS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN .....	62
8.1.	ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.....	62
8.2.	PROPUESTA DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS .....	65
9.	RECOMENDACIONES.....	67

CONCLUSIONES .....	68
BIBLIOGRAFIA.....	69
ANEXOS.....	72

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág</b>
Tabla 1. Relación de ensayos por prácticas de laboratorio .....	17
Tabla 2. Volumen de agua que se consume por semestre en el área de Materiales	18
Tabla 3. Volumen de agua que se consume por semestre en el área de Suelos y Pavimentos .....	18
Tabla 4. Consolidado del consumo de agua en el laboratorio .....	20
Tabla 5. Resumen de los resultados de análisis químico realizados a los desarenadores del área de Materiales.....	22
Tabla 6. Biodegradabilidad del agua residual de los desarenadores.....	23
Tabla 7. Cantidad de lodos generados en los desarenadores durante un semestre	24
Tabla 8. Consumo de energía por equipo en el área de Materiales .....	25
Tabla 9. Consumo de energía por equipos en el área de Suelos y pavimentos ....	26
Tabla 10. Consumo de energía por iluminación para cada área.....	27
Tabla 11. Resultados totales de cuantificación de energía.....	28
Tabla 12. Resultados de medición ruido continuo en el laboratorio.....	30
Tabla 13. Resultados medición ruido por impacto en el laboratorio.....	31
Tabla 14. Cantidad de materias primas usadas en el área de Suelos y Pavimentos durante un semestre .....	33
Tabla 15. Cantidad de materias primas usadas en el área de Materiales durante un semestre .....	35
Tabla 16. Total de residuos generados en el área de Suelos y Pavimentos en un semestre .....	37

Tabla 17. Total de residuos generados en el área de Materiales en un semestre .	38
Tabla 18. Valoración de aspectos ambientales en el área de Suelos y Pavimentos	44
Tabla 19. Valoración de aspectos ambientales en el área de Materiales .....	45
Tabla 20. Identificación y evaluación de impactos ambientales. Clasificación de acuerdo a su prioridad .....	46
Tabla 21. Orden de prioridad de los aspectos ambientales y sus causas .....	47
Tabla 22. Requisitos legales aplicables .....	54
Tabla 23. Presupuesto de las actividades .....	59
Tabla 24. Clasificación de sustancias químicas de acuerdo a sus propiedades....	62
Tabla 25. Recipientes para el almacenamiento de residuos en el Laboratorio .....	65
Tabla 26. Especificaciones de los costales en el laboratorio .....	66

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
Figura 1. Porcentaje en volumen de agua usado en un semestre en el laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos. Elaboración propia .....	19
Figura 2. Porcentaje en peso del total de materias primas usadas en el área de Suelos y Pavimentos. Elaboración propia.....	34
Figura 3. Porcentaje en peso de materias primas usadas en el área de Materiales. Elaboración propia .....	35
Figura 4. Porcentaje en masa de los residuos generados en el área de Suelos y Pavimentos. Elaboración propia .....	37
Figura 5. Porcentajes en masa de los residuos generados en el área de materiales. Elaboración propia.....	39
Figura 6. Clasificación de los residuos del laboratorio según su grado de peligrosidad. Elaboración propia.....	41
Figura 7. Proceso de identificación y evaluación de aspectos ambientales Elaboración propia .....	52

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág</b>
ANEXO 1. Plano Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos .....	73
ANEXO 2. Equipos de no uso.....	74
ANEXO 3. Equipos eléctricos no cuantificados para el estudio .....	75
ANEXO 4. Materiales e insumos químicos usados en las prácticas académicas ..	76
ANEXO 5. Identificación de aspectos ambientales .....	85
ANEXO 6. Matriz de prioridades .....	89
ANEXO 7. Formato identificación de entradas y salidas.....	90
ANEXO 8. Formato análisis de insumos químicos.....	91
ANEXO 9. Formato identificación de incidentes de relevancia ambiental.....	92
ANEXO 10. Formato de evaluación de aspectos ambientales .....	93
ANEXO 11. Registro fotográfico.....	96

## RESUMEN

La formulación del Plan de Gestión Ambiental para el laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, se desarrolla siguiendo la metodología establecida en la Norma Técnica Colombiana ISO 14001 y bajo el concepto de producción más limpia.

Como una etapa previa a la formulación del plan se realizó una revisión ambiental inicial, que comprendió el estudio de los componentes agua, energía, materias primas e insumos, ruido y residuos; los cuales fueron analizados para cada una de las áreas que conforman el laboratorio. Esta revisión permitió realizar un diagnóstico ambiental e identificar los aspectos ambientales más significativos mediante la evaluación de sus impactos, aplicando los métodos cualitativos ABC, diseñado por el Centro Nacional de Producción más Limpia, y matriz de prioridades, propuesta para empresas nacionales y utilizado por ACOPI (Asociación Colombiana de la Micro, Pequeñas y Medianas Empresas).

El Plan de Gestión Ambiental para el laboratorio considera la política ambiental, metas y programas presentados en la propuesta de Plan de Gestión medioambiental formulado por el Comité de Gestión medioambiental para la Universidad del Cauca.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad del Cauca como entidad pública, debe cumplir con los parámetros establecidos en la política ambiental nacional vigente, por lo cual ha adoptado entre sus funciones, el ejecutar acciones encaminadas a estructurar, planificar, gestionar y definir responsabilidades, procesos y procedimientos relacionados con la gestión del medio ambiente<sup>1</sup>, para el cumplimiento de ello la universidad creó el Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA), mediante el cual se ha formulado una propuesta de Plan de Gestión Ambiental que contempla una política ambiental y una serie de objetivos, metas y programas, con el fin de ayudar a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental.

Como un aporte al Plan de Gestión Ambiental (PGA) universitario, se formula el Plan de Gestión Ambiental para el Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos de la Facultad de Ingeniería Civil, siguiendo los requisitos establecidos en la Norma Técnica Colombiana ISO 14001 para la fase de planeación, por ser esta una norma aceptada por el organismo nacional de Normalización ICONTEC, según el decreto 2269 de 1993 y por que existe la experiencia de otras Universidades como La Universidad de Nueva Granada y el Politécnico Gran Colombiano que están aplicando esta norma y han obtenido mejoras en sus procesos, además de la Universidad de las Naciones Unidas que ya cuenta con la certificación y ha demostrado un desempeño ambiental sano al adoptar esta guía para la elaboración de Planes de Gestión Ambiental.

El PGA en el laboratorio aplica el concepto de producción más limpia mediante el diseño de estrategias encaminadas hacia la optimización del uso de los

---

<sup>1</sup> COMITÉ DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA. Propuesta del Plan de Gestión Ambiental de la Universidad del Cauca. Popayán.2008

recursos hídrico, energético e insumos, reducción y aprovechamiento de residuos y minimización de las emisiones de ruido.

La formulación del plan contempla los requerimientos ambientales y algunas condiciones necesarias para el buen desarrollo del trabajo en el laboratorio, lo que motiva la participación activa de las directivas universitarias, operarios, docentes y estudiantes de los programas de Geotecnología e Ingeniería Civil que hacen uso del mismo.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. GENERAL**

Realizar un diagnóstico ambiental en el laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca y formular el Plan de Gestión Ambiental.

### **1.2. ESPECIFICOS**

1. Realizar una revisión detallada de las condiciones de la instalación.
2. Identificar las actividades que se llevan a cabo en el laboratorio de Materiales, suelos y pavimentos y los aspectos ambientales más significativos.
3. Identificar la normatividad aplicable a los aspectos ambientales encontrados y valorar el grado de cumplimiento.
4. Caracterizar y cuantificar los residuos generados en el Laboratorio de materiales, suelos y pavimentos y estimar el consumo del recurso hídrico, energético e insumos.
5. Identificar la posibilidad de minimización y aprovechamiento de los residuos generados en el laboratorio.
6. Formular el plan de gestión ambiental para el Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

La Universidad del Cauca, es una institución educativa de carácter público que busca posibilitar el desarrollo de las potencialidades del ser humano y contribuir en un proceso de formación integral. Para ello cuenta con una infraestructura que permite el desarrollo de actividades de docencia e investigación en cada una de sus Facultades.

Dentro de la Facultad de Ingeniería Civil se encuentra el laboratorio de materiales suelos y pavimentos, el cual se divide en dos áreas; la primera corresponde a suelos y pavimentos y la segunda a materiales, en ellas se realizan actividades de docencia, para los estudiantes de los programas de Ingeniería Civil y Geotecnología, también ensayos de investigación y servicio externo. Este laboratorio tiene como propósito primordial el estudio y caracterización de procesos y materiales empleados en la Ingeniería Civil. Para la prestación de sus servicios, cuenta con un equipo de profesionales conformado por cuatro geotecnólogos y tres auxiliares con la capacitación y la experiencia necesaria para garantizar la idoneidad de los trabajos y servicios que se prestan, bajo la dirección de los ingenieros, docentes del Departamento de Geotecnia.

En el Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos se desarrollan las prácticas para las asignaturas de materiales I, materiales II, mecánica de suelos y pavimentos dirigidas a los estudiantes del programa de Ingeniería Civil y las prácticas para las asignaturas de mecánica de suelos I, mecánica de suelos II, pavimentos I, pavimentos II, materiales I, materiales II y práctica investigativa a los estudiantes de la Escuela de Geotecnia, la cual tiene una periodicidad de tres años.

Debido a las diferentes actividades que se llevan a cabo en la Universidad del Cauca, como los desarrollados en el laboratorio de materiales, suelos y Pavimentos, esta institución de orden estatal, ha adoptado un Modelo Estándar de Control Interno (MECI) que permite desarrollar, implementar y mantener en operación el Sistema de Control Interno establecido en las leyes 87 de 1993, 489 de 1998 y para universidades públicas la ley 30 de 1992, decreto 1599 de 2005\_MECI. El Modelo Estándar de Control Interno que se establece, proporciona una estructura para el control a la estrategia, la gestión y la evaluación dentro de la Universidad, cuyo propósito esta orientado hacia el cumplimiento de sus objetivos institucionales y la contribución de estos a los fines esenciales del Estado.

Por lo anterior, mediante la resolución 223 de 2004, se creó el Comité de Gestión Medioambiental de la Universidad del Cauca como vía inicial para el montaje del sistema de gestión medioambiental de la universidad. Este comité está conformado por el jefe de la oficina de Planeación, Jefe de la oficina de Control Interno, Coordinador del área de edificios, Coordinador del área de salud ocupacional, directora de la unidad de salud, un docente del programa de Ingeniería ambiental, un coordinador del grupo de estudios ambientales y por medio de la resolución No 402 de 2004 se adicionó un coordinador del programa de química.

Mediante la resolución número 346 de 2006 se aprobó la creación del Sistema de Gestión Ambiental (SIGA) y se ordena su implementación, la cual está a cargo del Comité de gestión medioambiental. El Comité ha elaborado una propuesta de plan de gestión medioambiental, cuya planeación incluye la formulación de una política, objetivos, metas y programas encaminados a la implementación del plan de gestión ambiental en la Universidad del Cauca; este plan incluye los programas de gestión de residuos peligrosos, no peligrosos, recursos (hídrico, energético, combustibles y sus derivados, así como materiales e insumos), control de la contaminación atmosférica, generación, apropiación y difusión del conocimiento ambiental, entre otros. El

plan de gestión ambiental en el Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos, que se presenta en este documento forma parte de las líneas estratégicas de acción establecidas para el plan de gestión ambiental universitario.

### 3. MARCO CONCEPTUAL

Con el propósito de lograr una disminución de los problemas ambientales ocasionados por las actividades humanas, se viene promoviendo el desarrollo de planes de gestión ambiental que involucran una serie de conceptos que han servido como base para el establecimiento de normas, guías y estándares internacionales; dichos conceptos buscan unificar el conocimiento de la temática ambiental con el fin de encaminarse a un desarrollo económico y tecnológico que favorezca los principios ambientales.

La Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001<sup>2</sup>, es una guía para implementar sistemas de gestión medioambiental, SGMA, donde se establece los requisitos de un sistema de administración ambiental, que permite a una organización formular políticas y objetivos, tomando en cuenta los requisitos legislativos y la información sobre los impactos ambientales significativos. Se aplica a los aspectos ambientales que una organización puede controlar y sobre los cuales, puede esperarse, tenga una influencia. No establece, por si misma, criterios específicos de desempeño ambiental.

En la norma ISO 14001 se establece que los aspectos ambientales son elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente. Un aspecto ambiental significativo es un aspecto ambiental, el cual tiene o puede tener un impacto ambiental significativo; entiéndase impacto ambiental como “cualquier cambio en el medioambiente sea adverso o benéfico, total o parcial como resultado de las actividades, productos o servicios de una organización”.

---

<sup>2</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistema de administración ambiental: especificaciones con guía para uso. Santafé de Bogotá: ICONTEC, 1996. 108 páginas (NTC- ISO 14001).

Aplicable a este proyecto, la Red de Desarrollo Sostenible de Colombia<sup>3</sup> plantea la gestión ambiental como un proceso orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio.

Dentro del proceso de gestión ambiental se hace necesario involucrar el concepto de producción más limpia, como un programa orientado a la solución de los problemas ambientales. La UNEP-IE (Programa ambiental de las Naciones Unidas, división industria y medio ambiente), en 1989, introduce el concepto de producción mas limpia como el uso continuo de una estrategia ambiental integrada y preventiva, aplicada a procesos, productos y servicios para aumentar la ecoeficiencia y reducir riesgos sobre la población y el medio ambiente. Trata de preservar materias primas y energía, así como de eliminar sustancias tóxicas y reducir la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos generados en cada proceso (Sonnemman, 2000).<sup>4</sup>

Estrechamente ligada al desarrollo sostenible se halla la ecoeficiencia, ya que equivale a optimizar tres objetivos: crecimiento económico, equidad social y valor ecológico. Es el principal medio a través del cual las empresas contribuyen al desarrollo sostenible y al mismo tiempo consiguen incrementar su competitividad. Este concepto significa añadir cada vez más valor a los productos y servicios consumiendo menos materias primas generando cada vez menos contaminación a través de procedimientos ecológicos y económicamente eficientes y previniendo riesgos (Word commission in Environment and Development, 1987)<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> RDS Colombia: establecida a partir de Septiembre de 1997, con los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en el marco de referencia de la Agenda 21.

<sup>4</sup> GRANADA Aguirre, Luis Felipe. Gestión Ambiental: Filosofías, conceptos, instrumentos y herramientas. Primera edición. Santiago de Cali: Universidad Libre. 2005. 93 páginas. ISBN: 958-8079-83-7

<sup>5</sup> Ibid, Pág 20

#### **4. METODOLOGIA**

El desarrollo del trabajo investigativo encaminado al diagnóstico y posterior formulación del plan de gestión ambiental, basado en la Norma Técnica Colombiana ISO 14001, tuvo como principal fuente de información y colaboración a geotecnólogos y auxiliares del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos, ya que son ellos los directamente implicados en las actividades que se realizan en el mismo. También se contó con la participación del coordinador del laboratorio, docentes y estudiantes. Desde el inicio se buscó que este fuera un proyecto participativo en el cual todos los actores involucrados se integraran al proceso.

La fase inicial consistió en la recopilación de información secundaria, suministrada por las dependencias de la Universidad del Cauca como son: el área de salud ocupacional, área comercial, área de edificios, la coordinación del Laboratorio de materiales, suelos y pavimentos, Decanatura de la Facultad de Ingeniería Civil y el Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria; además de la información proporcionada por el Comité Medioambiental.

La información primaria se obtuvo mediante la realización de pruebas de laboratorio, mediciones de ruido, cuantificación de residuos, estimación del consumo de los recursos hídrico, energético y materias primas; constituyéndose cada uno como un componente de la revisión ambiental inicial; donde se tuvo en cuenta las actividades académicas, trabajos externos y de investigación desarrollados durante un semestre, representado por cuatro meses netos de actividades académicas (inicio 21 de abril y finalización 8 de agosto de 2008).

## 4.1. REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL

### ➤ COMPONENTE AGUA

El estudio incluyó la estimación de la cantidad de agua de consumo y la evaluación de la calidad del agua residual generada en el laboratorio. La estimación de la cantidad de agua utilizada en cada una de las áreas se realizó mediante un seguimiento de cinco días, en los cuales se identificó que actividades implicaron el uso de este recurso, y para cada una de estas se estableció el consumo de agua, cronometrando el tiempo de apertura de las válvulas y observando el nivel de flujo (bajo, medio, alto). Mediante métodos de aforo se estableció el caudal de los niveles de flujo de agua y se determinó el volumen. Para determinar el volumen total del semestre al dato anterior se le adicionaron los volúmenes de aquellas actividades no registradas durante los cinco días pero que constituyen un importante uso de este recurso. El consumo por comisión y por estudiante se calculó tomando como usuarios del servicio el número de estos que hicieron uso del laboratorio durante el periodo analizado.

La evaluación de la calidad de agua residual se realizó en tres desarenadores ubicados en el área de Materiales, la cual consistió en tomar una muestra de cada desarenador a la cual se le determinó el parámetro de DQO, una prueba por muestra, mediante lecturas arrojadas por el fotómetro NOVA 60, para los rangos de 4mg/l -40 mg/l (rango bajo) y 10mg/l-150 mg/l (rango medio). También se encontraron los parámetros de DBO<sub>5</sub> y sólidos suspendidos, siguiendo los procedimientos establecidos en el "Standard Methods for the Examination of Water and wastewater 20th Edition". Para la determinación de la DBO<sub>5</sub> se utilizaron dos diluciones por muestra y para los sólidos suspendidos una por muestra. Todas las pruebas de laboratorio se realizaron una vez por semana durante 11 semanas.

Para validar los ensayos de DBO<sub>5</sub> se tomó en cuenta el residual de oxígeno disuelto que debe ser mínimo de 1mg/l y el consumo de oxígeno o abatimiento que tiene un mínimo de 2 mg/l.

Con los promedios de DBO<sub>5</sub> y DQO, se determinó el factor de biodegradabilidad<sup>6</sup> aplicando la siguiente relación:

$$Fb \equiv \frac{DBO_5}{0,65DQO}$$

Adicionalmente, al final del semestre, se cuantificó la masa y el volumen del sedimento depositado en los desarenadores, mediante el uso de una balanza mecánica y depositándolo en un recipiente con volumen conocido; los desarenadores tienen periodos de limpieza cada cuatro meses.

#### ➤ COMPONENTE ENERGÍA

El estudio de este componente consistió en determinar el consumo de energía por equipos eléctricos de mayor uso y elementos de iluminación tales como bombillas y lámparas. En los equipos eléctricos el consumo se encontró a partir del tiempo de encendido y la potencia (watts). El tiempo se registró en formatos ubicados en cada equipo, donde además se registró la fecha y la razón del uso, mientras que la información técnica como la cantidad de corriente eléctrica en ampere y la potencia se encontraron mediante los datos registrados en la placa del equipo.

El consumo de energía por iluminación eléctrica se estimó asumiendo un tiempo promedio de encendido, se clasificaron y cuantificaron las lámparas y bombillos de acuerdo a los diferentes tipos identificados en cada una de las

---

<sup>6</sup> TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE CURTIEMBRES Y TECNOLOGÍA LIMPIA (2004: Rio Negro). X encuentro ACOLCUR,2004.

áreas del laboratorio, de igual manera los datos técnicos se tomaron de la información registrada por el fabricante.

Los equipos que no se usan por encontrarse dañados, por ser obsoletos o porque no cumplen con las exigencias que ameritan los ensayos que allí se realizan, se identificaron mediante entrevistas y recorridos en compañía de los operarios.

#### ➤ COMPONENTE RUIDO

Este componente se enfocó hacia el estudio del ruido ocupacional, usando los criterios establecidos en la resolución 8321 del 4 de agosto de 1983 del Ministerio de Salud, donde señala en sus artículos 41 y 45 los requisitos que deben cumplir las mediciones en los sitios de trabajo y la resolución 1792 de 1990 de los Ministerios de trabajo y seguridad social y de Salud en la cual se adoptan los valores límites permisibles para exposición ocupacional al ruido.

El nivel de presión sonora, se midió con un sonómetro digital marca EXTECH, con filtro de ponderación A y se ajustó según el caso, para un nivel de respuesta lenta, intermedia o rápida de acuerdo con el tipo de ruido presentado en el momento de la medición.

El nivel de presión sonora se determinó a los equipos y acciones con mayor generación de ruido. Para calcular el tiempo de exposición al ruido durante una jornada de trabajo se cuantificó este durante el día del semestre en el cual se hace mayor uso del equipo o acción en cada área del laboratorio.

La distribución a la exposición del ruido generado por cada equipo o acción se hizo mediante la identificación de los sitios habituales de trabajo donde en cada

sitio se registró la lectura del sonómetro obteniendo datos que posteriormente fueron promediados.

#### ➤ COMPONENTE MATERIALES E INSUMOS QUÍMICOS

La información concerniente a materiales e insumos químicos utilizados en los ensayos de laboratorio por actividades académicas, se recopiló mediante el diligenciamiento de formatos por parte de los geotecnólogos y auxiliares del laboratorio, en los cuales se consignó el tipo y cantidad de material y/o insumo químico requerido para la elaboración de los ensayos por cada una de las prácticas académicas. Esta información fue complementada con los datos reportados en el prediagnostico ambiental del edificio de ingenierías realizado por Castro y Mera en 2004.

La información correspondiente a trabajos externos se obtuvo mediante los registros que se llevan por concepto de facturación, por parte de la coordinación del área de Suelos y Pavimentos.

#### ➤ COMPONENTE RESIDUOS

La cuantificación de residuos se realizó semanalmente y por cada área de laboratorio. Su clasificación y almacenamiento dependió de las características físicas y su cuantificación involucró la toma de datos de peso y volumen por cada tipo de residuos generados. Los residuos de suelo, agregado, mezcla asfáltica, concreto, cemento y material sucio<sup>7</sup> fueron depositados en costalillas de polipropileno; la gasolina sucia y emulsión asfáltica en bidones plásticos, asfalto líquido y sólido en recipientes metálicos y aquellos que se presentaron eventualmente y en menor proporción se depositaron en bolsas y recipientes

---

<sup>7</sup> Material sucio: cualquier material o elemento que haya estado en contacto con gasolina o asfalto.

plásticos o de vidrio. Todos los recipientes fueron etiquetados permitiendo llevar un registro del tipo de residuos y fechas de disposición.

El pesaje se hizo en una balanza mecánica con capacidad de 20 kg y aproximación de 1 gramo y el volumen se estableció de acuerdo al estado físico (líquido o sólido) así: para residuos sólidos compactados con forma geométrica definida, el volumen se determinó a partir de la fórmula correspondiente, para sólidos sueltos (disgregados) se estimó depositándolos en un recipiente con volumen conocido; mientras que en residuos líquidos se estimó con respecto al volumen del recipiente que lo contenía.

Para la formulación del plan, los residuos se clasificaron según el grado de peligrosidad de acuerdo con la definición de residuo peligroso presentada en el decreto 4741 de 2005 y las fichas de seguridad de las sustancias químicas que los componen, las cuales son reportadas por las empresas que comercializan dichas sustancias.

## **4.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES**

La identificación de los aspectos ambientales se desarrolló mediante los análisis de entradas y salidas, insumos químicos utilizados e incidentes de relevancia ambiental, posteriormente se realizó la evaluación de aspectos ambientales aplicando dos métodos, el primero diseñado por el Centro Nacional de Producción Más Limpia llamado ABC y el segundo utilizado por ACOPI que consiste en una matriz de prioridades. El método ABC se aplica mediante la utilización de un formato planilla, donde se toma cada uno de los aspectos ambientales identificados, registrando la cantidad o consumo de cada uno de ellos; a partir de estos datos reportados se evaluó el impacto como A, B, C (A: gran impacto, B: Impacto medio, C: Impacto bajo, Nada: No existe impacto) según los criterios de escala, severidad, ocurrencia y duración del

impacto establecidos en un esquema de valoración diseñado para este método, expresando la argumentación correspondiente a la calificación dada.

Para la matriz de prioridades se aplicó un formato guía que requirió la identificación de los impactos ambientales generados por cada uno de los aspectos ambientales encontrados; por cada impacto ambiental se evaluaron diez características: medio afectado, situación operacional, acción ejercida, impacto (positivo/negativo), frecuencia, probabilidad de ocurrencia, severidad (de acuerdo con cantidad y peligrosidad), alcance, reversibilidad, legislación aplicable, de las cuales solo las seis últimas tienen valoración numérica. Los impactos se calificaron y al final se reportó un total que representa la valoración para cada uno de ellos, el cual se determinó multiplicando las calificaciones numéricas:

$$Total = probabilidad * severidad * alcance * reversibilidad * frecuencia * legislación$$

Posteriormente se clasificaron todos los impactos de acuerdo a su prioridad en tres rangos (alto, medio y bajo), para lo cual se seleccionó los aspectos con la mayor y menor valoración y se aplicó la siguiente relación:

$$\frac{(valoración\ mayor\ impacto) - (valoración\ menor\ impacto)}{3} = Prioridad(P)$$

RANGO	PRIORIDAD
> 2P	ALTA
P - 2P	MEDIA
0 - P	BAJA

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la revisión ambiental inicial se estudió cada uno de los componentes con el propósito de determinar los aspectos ambientales más significativos de acuerdo con lo que establece la ISO 14001. Los resultados de cada componente se analizaron por área de laboratorio, ya que en cada una de estas se desarrollan procesos de diferente índole.

Los resultados obtenidos son representativos de un semestre con el mayor número de actividades académicas, dado que durante este periodo se desarrollaron simultáneamente prácticas de laboratorio de los cursos normales del Programa de Ingeniería Civil y tres grupos del Programa de Geotecnología, situación muy particular que se presentó en este periodo.

### **5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LABORATORIO**

En el laboratorio de materiales suelos y pavimentos, se realiza una variedad de prácticas, sujetas a los procedimientos que se establecen en el compendio de normas de INVIAS 2007, por lo que el laboratorio cuenta con un sinnúmero de equipos, elementos, materiales y demás que se requieren para cumplir en lo posible con los procedimientos que se establecen en dichas normas.

En la Tabla 1 se presenta la información general que relaciona las actividades académicas y trabajos externos desarrollados durante el primer periodo académico de 2008.

**Tabla 1.** Relación de ensayos por prácticas de laboratorio

	PRÁCTICA DE LABORATORIO	NÚMERO DE ESTUDIANTES	NÚMERO DE COMISIONES	NÚMERO DE ENSAYOS
INGENIERIA CIVIL	Materiales I	60	7	12
	Materiales II	40	5	12
	Mecánica de suelos	40	5	12
	Pavimentos	47	5	13
GEOTECNOLOGÍA	Mecánica de suelos II	10	3	12
	Investigativa de Materiales	8	4	18
	Pavimentos II	9	4	11
	Investigativa de Pavimentos	9	3	13
	Investigativa de concretos	4	4	1
TRABAJOS EXTERNOS	Área de suelos	-	-	456
	Área de materiales	-	-	163

Fuente: propia

En el Anexo 1 se presenta el plano del laboratorio, en el cual se enseña la distribución general de cada una de las áreas del laboratorio, y aquellos sitios que fueron parte del estudio de los componentes agua y ruido como son los desarenadores, tanques para curado de cilindros, lavaderos y los puntos donde se realizó la medición de ruido.

## 5.2. COMPONENTE AGUA

### ✓ Agua de consumo

En las Tablas 2 y 3 se presenta el consumo de agua en litros por comisión al día y el volumen usado durante un semestre por las actividades que implicaron el mayor gasto de este servicio. Se incluyeron actividades tales como llenado

de tanques y destilación, operaciones que se realizan una vez por semestre, además del proceso de elaboración de concreto, donde el agua usada se estimó tomando una relación agua/cemento de 1:2, en el cual por cada metro cúbico de concreto se utilizan aproximadamente 70 litros de agua.

En la Figura 1 se muestra el porcentaje en volumen de agua de consumo por todas las actividades del laboratorio que implicaron el uso de este recurso.

**Tabla 2.** Volumen de agua que se consume por semestre en el área de Materiales

ACTIVIDAD	VOLUMEN (l)	CONSUMO (l/Com*día) <sup>8</sup>
Limpieza de implementos y aseo de la instalación	12 109,91	8,01
Lavado de material (agregado)	11 948,35	7,90
Ensayos	3 218,75	2,13
Tanque de curado de cilindros	1 236,28	0,82
Elaboración de concreto	122,50	0,08
<b>TOTAL</b>	<b>28 635,80</b>	<b>18,94</b>

Fuente: propia

**Tabla 3.** Volumen de agua que se consume por semestre en el área de Suelos y Pavimentos

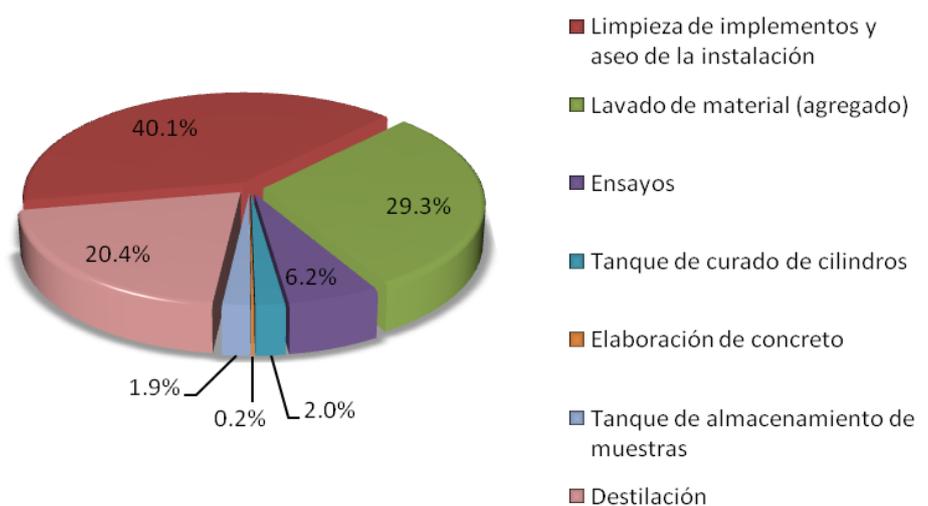
ACTIVIDAD	VOLUMEN (l)	CONSUMO (l/Com*día)
Limpieza de implementos y aseo de la instalación	12 698,61	8,89
Lavado de material (agregado)	6 183,92	4,33
Ensayo	617,41	0,43
Tanque de almacenamiento de muestras	1 151,17	0,81
Destilación	12 656,38	8,86
<b>TOTAL</b>	<b>33 307,50</b>	<b>23,32</b>

Fuente: propia

<sup>8</sup> Com, abreviatura de comisión

En general, el volumen de agua consumido es aproximadamente el mismo en las dos áreas del laboratorio, la diferencia se presenta por el proceso de destilación realizado en el área de suelos y pavimentos; en cuyo proceso el agua cumple dos funciones, refrigeración y obtención de agua destilada. La destilación se realiza durante 48 horas, tiempo en el cual se producen 19 litros de agua destilada y se arrojan por el alcantarillado 12 637 litros. Con el fin de disminuir el consumo de agua debido al proceso de destilación, los laboratoristas solo la usan en ensayos donde se requiere gran precisión, de lo contrario esta es reemplazada por agua del acueducto o agua desaireada.

En las dos áreas del laboratorio el mayor consumo se presenta en la limpieza de implementos y aseo de la instalación, siendo mayor en el área de suelos y pavimentos donde se genera un consumo de 8,89 litros por comisión en un día, aunque la diferencia es pequeña se le atribuye al número de comisiones , el cual es mayor en esta área. El consumo en el laboratorio debido a la limpieza de implementos y aseo de la instalación se presenta como consecuencia de la cantidad de implementos tales como moldes, bandejas, platones, baldes y en general recipientes de gran tamaño, además de algunos equipos, que continuamente son ensuciados con suelo, arena, agregados, materiales asfálticos y concreto.



**Figura 1.** Porcentaje en volumen de agua usado en un semestre en el laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos. Elaboración propia

Además de la destilación, limpieza de implementos y aseo de la instalación, hay otra actividad en el laboratorio que representa un considerable consumo de agua, pues con un 29,3% el lavado de material agregado constituye la segunda actividad de mayor consumo en el laboratorio, esto se presenta debido a que el agregado es uno de los materiales mas comunes en los ensayos, los cuales requieren que esté limpio, por tanto es lavado hasta que tenga las condiciones de limpieza adecuadas para su uso; dicho proceso de lavado puede durar entre una y cuatro horas con un flujo de agua continuo y un nivel medio de apertura de la válvula.

Los datos que serán base del diagnóstico de este componente se presentan en la Tabla 4 donde se relaciona el volumen de agua consumido al mes, el consumo en litros por estudiante al día, la cantidad de agua vertida al mes y el porcentaje que representa el consumo con respecto al total reportado en la factura para el edificio de ingenierías. La cantidad de vertimientos corresponde al volumen consumido en la limpieza de implementos, lavado de material agregado, llenado de tanques y al volumen de agua que es depositado en el alcantarillado durante el proceso de destilación ( Tablas 2 y 3).

**Tabla 4.** Consolidado del consumo de agua en el laboratorio

ÁREA	CONSUMO (l/est*día) <sup>9</sup>	CONSUMO (m <sup>3</sup> /mes)	VERTIMIENTOS (m <sup>3</sup> /mes)	% Consumo con respecto al total facturado <sup>10</sup>
Materiales	3,79	7,16	6,32	0,30
Suelos y Pavimentos	4,66	8,33	8,17	0,30

Fuente: Propia

Perez<sup>11</sup> (1997), presenta que el consumo de agua en una universidad es de 50 Led<sup>12</sup>, de acuerdo a esto el área de Materiales representa el 7,6% de este

<sup>9</sup> Se toma en promedio cinco estudiantes de acuerdo a los datos reportados en la tabla 1

<sup>10</sup> El consumo promedio facturado en el edificio de ingenierías para los meses de Abril a Agosto corresponde a 2 701m<sup>3</sup>/mes

<sup>11</sup> PEREZ Carmona, Rafael. Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones. 2ª edición. Santafé de Bogotá ASCOTPLO, 1997. Pág 29

<sup>12</sup> Litros estudiante día

consumo y el área de suelos y pavimentos el 9,3 %; lo que muestra que el gasto de agua en el laboratorio es realmente bajo corroborándose esto con los porcentajes de consumo del total facturado para el edificio de ingenierías, donde se encontró que en cada una de las áreas el consumo corresponde únicamente al 0,3 % del total, lo que igualmente ocasiona una baja cantidad de vertimientos.

#### ✓ **Pruebas de laboratorio del agua residual**

El análisis del agua residual no se hizo en el punto de descarga al alcantarillado debido a que este no pudo ser ubicado para ninguna de las dos áreas del laboratorio, por tanto se tomaron las muestras únicamente en los desarenadores del área de materiales con el fin de tener un indicativo de la calidad de agua residual que allí se encuentra. En el área de suelos y pavimentos no se realizó este análisis debido a que allí no se encontró un sitio donde se pudiese haber tomado las muestras, pues el agua residual va directamente al sistema de alcantarillado.

En la Tabla 5 se presentan los valores máximos y mínimos de las pruebas químicas realizadas al agua residual de los desarenadores, los cuales fueron aceptados luego de realizar el análisis estadístico correspondiente, por tanto también se presentan los valores de la media y la desviación estándar.

Por otra parte en la Tabla 6 se indican los resultados del factor de biodegradabilidad del agua residual analizada para cada uno de los desarenadores, el cual se determinó a partir de la relación entre los valores promedio de DQO y DBO<sub>5</sub>; mientras que la cantidad en masa y volumen de los lodos provenientes de los desarenadores del área de materiales por dos periodos académicos se presentan en la Tabla 7.

**Tabla 5.** Resumen de los resultados de análisis químico realizados a los desarenadores del área de Materiales

VALORES	DESARENADOR 1			DESARENADOR 2			DESARENADOR 3		
	DQO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SS (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SS (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SS (mg/l)
<b>Máximo</b>	30,6	11,6	153,0	76,0	15,2	35,0	48,5	40,2	276,3
<b>Mínimo</b>	19,0	6,5	34,0	15,0	2,9	4,0	35,0	12,4	11,0
<b>Media</b>	25,7	9,1	75,2	35,0	9,5	21,4	42,9	29,1	99,9
<b>Desv. estándar</b>	4,5	2,4	53,6	23,8	5,6	13,4	5,4	11,1	114,2

Fuente: propia

La desviación estándar determinada a partir de los resultados del análisis de agua residual deja ver que estos presentan alta variación principalmente en los resultados de sólidos suspendidos, lo cual es admisible teniendo en cuenta que, generalmente, en el área de materiales cada semana se realizan actividades distintas.

Aunque existe la posibilidad de usar cualquiera de los tres lavaderos, pues todos se encuentran en las mismas condiciones y prestan el mismo servicio, generalmente los operarios utilizan el correspondiente al desarenador tres, lo que genera que los resultados de los parámetros analizados sean mayores en este punto; sin embargo existen algunas excepciones en las cuales los estudiantes desarrollan su trabajo en otro lavadero, generando que en estas ocasiones los parámetros presenten valores mas altos.

Los valores máximos de DQO, DBO<sub>5</sub> y sólidos suspendidos se presentaron principalmente durante el lavado de agregado, el cual por ser un material que proviene de río, aporta sólidos orgánicos e inorgánicos al agua residual. La limpieza de recipientes que estuvieron en contacto con gasolina y/o asfalto, y con residuos provenientes de los ensayos de equivalente de materia orgánica, son procedimientos que intervienen, en mayor medida, en el incremento de la DQO. En tanto que los valores encontrados de sólidos suspendidos son

generados, además del lavado de agregado, en la limpieza de los moldes utilizados en la elaboración de concreto.

**Tabla 6.** Biodegradabilidad del agua residual de los desarenadores

DESARENADOR No	FACTOR DE BIODEGRADABILIDAD	BIODEGRADABILIDAD
1	0,54	Media-baja
2	0,42	Media-baja
3	1,04	Muy buena

Fuente: propia

La baja biodegradabilidad que se presenta en los desarenadores 1 y 2 viene asociada a que la cantidad de materia orgánica no biodegradable es mucho mayor que la materia orgánica biodegradable ( $DBO_5 \approx 0,3 DQO$ ), pues en estos desarenadores comúnmente no se lava material agregado, cuyo proceso es determinante en la cantidad de materia orgánica susceptible a degradación biológica que es aportada al agua residual; por el contrario puede existir mayor presencia de componentes orgánicos no biodegradables como gasolina y asfalto.

Una situación contraria se presenta en el Desarenador 3, en el cual la biodegradabilidad es muy alta, lo que facilitaría un tratamiento biológico pues la  $DBO_5$  corresponde al 68% de la DQO, esto se debe a que en este lavadero en un día puede lavarse alrededor de 30 kg de agregado, proceso que se repitió en varias ocasiones durante el semestre.

**Tabla 7.** Cantidad de lodos generados en los desarenadores durante un semestre<sup>13</sup>

DESARENADOR #	CUANTIFICACIÓN DE LODO 1		CUANTIFICACIÓN DE LODO 2	
	MASA (kg)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	MASA (kg)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
1	18,81	0,07	6,87	0,006
2	21,16	0,06	9,17	0,008
3	26,87	0,05	13,73	0,011
<b>TOTAL</b>	<b>66,84</b>	<b>0,18</b>	<b>29,77</b>	<b>0,025</b>

Fuente: propia

La cantidad de sólidos en los desarenadores provienen principalmente del lavado de agregado, estos resultados evidencian que dicha actividad se realiza en mayor medida en el desarenador 3, validando los resultados de DBO<sub>5</sub>, DQO y sólidos suspendidos (Tabla 5), puesto que al finalizar cada semestre este presenta la mayor cantidad de sólidos. Igualmente se evidencia que la cantidad de lodo en la cuantificación 1 es el doble de la cuantificación 2, lo cual permite deducir que durante el semestre en estudio se realizaron menos actividades que implicaron el lavado de agregado; además la cantidad de lodos retenida en los tres desarenadores deja ver que estos si están favoreciendo la retención de sólidos y por tanto, disminuyéndolos en el agua que es vertida al sistema de alcantarillado.

El lodo proveniente de los desarenadores se compone de agua y sólidos sedimentables como sustancias minerales y material orgánico separados del agregado durante su proceso de lavado, además de partículas de concreto y materiales asfálticos que se depositan durante la limpieza de implementos, lo cual permite disponerlos dentro de los residuos de agregado después de realizar una operación de secado.

---

<sup>13</sup> Cuantificación de lodo 1 realizada en el II periodo de 2007 y cuantificación de lodo 2 realizada en el I periodo de 2008.

### 5.3. COMPONENTE ENERGÍA

El consumo de energía en el laboratorio se presenta en las Tablas 8 y 9, en orden descendente para los equipos de mayor uso en los ensayos, donde además se indica la potencia y el tiempo total de encendido de cada equipo durante todo el semestre. Adicionalmente en la Tabla 10 se presenta el consumo de energía debido a la iluminación para los tres tipos de lámparas mas usadas.

**Tabla 8.** Consumo de energía por equipo en el área de Materiales

EQUIPO	MARCA	POTENCIA (watts)	TIEMPO (horas)	CONSUMO (kw-h)
Horno	HACEB	3 000,0	392,2	1 176,5
Estufa	HACEB	2 400,0	197,6	474,2
Horno	BLUE M	483,0	488,6	236,0
Baño María	MEMMERT	1 500,0	141,7	212,5
Horno película fina	LAB-LINE	940,0	108,8	102,2
Baño María	SOILTEST	1 035,0	59,3	61,4
Viscosímetro rotacional	BROOKFIELD	440,0	32,1	14,1
Máquina de los Ángeles	REULAND	1 980,0	5,3	10,4
Viscosímetro	LAB-LINE	850,0	10,0	8,5
Balanza electrónica	METTLER	150,0	20,9	3,1
Ductilímetro	SOILTEST	840,0	1,3	1,1
Copa Cleveland	CLEVELAND	110,0	9,5	1,0
Penetrómetro	HUMBOLDT	120,0	1,6	0,2

Fuente: propia

El mayor consumo, en el área de Materiales, se genera por la utilización de hornos y estufas. Los hornos son los equipos mas empleados para los trabajos del laboratorio, en total existen seis, de los cuales dos son para el ensayo de película fina; los cuatro restantes están destinados para el secado de implementos y material agregado, esta última actividad es la principal razón que ocasiona este consumo, pues normalmente se requiere de un periodo de secado de 22 horas. Con un total de 488,6 horas, el horno BLUE M es el más

usado, sin embargo comparado con el horno HACEB representa un menor consumo, esto se debe a que las resistencias son distintas, siendo menor en el de marca BLUE M. La estufa es el segundo equipo de mayor consumo en esta área, pues al igual que los hornos su uso es continuo a lo largo del semestre donde es requerida para secar agregado, fundir azufre, calentar agua y asfalto por periodos entre 30 minutos y una hora; aunque este tiempo de uso es corto, el consumo se ve incrementado por la resistencia la cual es de 2 400 watts (1 200 w por cada resistencia).

Los demás equipos están diseñados para el uso en ensayos particulares, lo que los diferencia de los hornos y estufas pues no son requeridos en las actividades cotidianas del laboratorio, pero igualmente generan un consumo de energía. Cabe mencionar que las balanzas electrónicas, es una excepción, pues estas son usadas en varios ensayos.

**Tabla 9.** Consumo de energía por equipos en el área de Suelos y pavimentos

EQUIPO	MARCA	POTENCIA (watts)	TIEMPO (horas)	CONSUMO (kw-h)
Horno	CALORIC	2 400,0	104,2	250,2
Horno	HACEB	3 000,0	73,5	220,5
Estufa	HACEB	2 400,0	83,1	199,4
Horno	BLUE M	483,0	181,0	87,4
Plancha de calentamiento	THERMOLYNE	3 200,0	20,5	65,6
Destilador	SCHOTT	3 000,0	21,0	63,0
Baño María	SOILTEST	1 035,0	32,3	33,5
Cortador de rocas	BUEHLER	1 150,0	28,0	32,2
Consolidómetro	ELE	920,0	24,8	22,8
Bomba de vacío	SOILTEST	759,0	24,0	18,2
RICE plancha vibratoria	SOILTEST	759,0	10,0	7,6
Corte directo	ELE	345,0	3,8	1,3
Prensa graficador Marshall	SOILTEST	230,0	0,8	0,2
Balanza electrónica	METTLER	15,0	11,3	0,2
Balanza electrónica	PIONER	12,0	7,2	0,1
Balanza electrónica	VIBRA	15,0	5,0	0,1

Fuente: propia

En el área de Suelos y Pavimentos, al igual que en el área de Materiales, los equipos que representan mayor consumo son los hornos y la estufa. El horno CALORIC es el equipo que presentó el consumo más elevado, ya que tiene una resistencia de 2 400 watts y fue el más utilizado durante el semestre. Básicamente, en esta área el uso de los hornos está destinado al secado de material compactado como briquetas y suelo, además del secado de agregado e implementos, lo cual implica que el horno permanezca encendido durante un periodo de aproximadamente 18 horas. En esta área se tienen dos estufas las cuales se emplean indistintamente cumpliendo las mismas funciones que en el área de Materiales, con excepción del derretimiento de azufre que no se realiza en esta área.

**Tabla 10.** Consumo de energía por iluminación para cada área<sup>14</sup>

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA (watts)	SUELOS Y PAVIMENTOS		MATERIALES	
		Cantidad	Consumo (kw*h)	Cantidad	Consumo (kw*h)
Encendido retardado	96	31	1785,6	8	460,8
Encendido instantáneo	80	2	96,0	14	672,0
Corrientes	100	2	72,0	5	180,0

Fuente: propia

En el laboratorio funcionan tres tipos de lámparas, conocidas como lámparas de encendido retardado, de encendido instantáneo y corrientes. El mayor consumo por iluminación se genera por las lámparas de encendido retardado; en el área de Suelos y Pavimentos esto se debe a la cantidad y a la resistencia de este tipo de lámparas, además por estar ubicadas en el espacio donde más se concentra el trabajo son las más usadas y por estar conectadas en serie, un solo interruptor las enciende todas aunque no sea necesario. Por su parte, en el área de Materiales el mayor consumo es ocasionado por las lámparas de encendido instantáneo, pues en esta área hay mayor cantidad de lámparas de

<sup>14</sup> Tiempo diario de encendido de 3 horas para lámparas corrientes y de 5 horas para los otros dos tipos de lámparas.

este tipo; por ser esta área mas pequeña que la de Suelos y Pavimentos se requiere menor número de lámparas, las cuales se encuentran ubicadas en los principales zonas de trabajo, donde hay un interruptor por cada zona lo que permite encender únicamente las que se necesitan.

En la Tabla 11 se presenta el consumo de energía en el laboratorio, mes a mes por cada área durante el semestre analizado. El consumo representa la suma por equipos y alumbrado.

**Tabla 11.** Resultados totales de cuantificación de energía

<b>MES</b>	<b>AREA</b>	<b>TIEMPO (Horas)</b>	<b>CONSUMO (kw-h)</b>
<b>ABRIL</b>	MATERIALES	3 810,99	360,49
	SUELOS	5 979,93	749,54
<b>MAYO</b>	MATERIALES	428,92	1 000,11
	SUELOS	6 195,85	1 108,62
<b>JUNIO</b>	MATERIALES	4 253,98	948,31
	SUELOS	6 170,54	949,98
<b>JULIO</b>	MATERIALES	4 184,31	907,75
	SUELOS	6 040,68	871,34
<b>AGOSTO</b>	MATERIALES	3 810,34	315,50
	SUELOS	5 946,60	672,92
<b>PROMEDIO MES</b>	MATERIALES	3 297,71	706,43
	SUELOS	6 266,72	870,48

En el área de Suelos y Pavimentos el consumo de energía mes a mes es mayor que en el área de Materiales, esta diferencia se presenta debido a que en el área de Suelos y Pavimentos se encuentran el mayor número de equipos con resistencias superiores a 1 000 watts, los cuales son susceptibles de generar un elevado consumo, además en esta área el total de ensayos realizados fue de 517, superando a los realizados en el área de Materiales los

cuales fueron 262 (Tabla 1); aproximadamente un 90% de los ensayos requirieron del uso de energía eléctrica.

El mes en el cual se presentó mayor consumo fue mayo, ya que se llevaron a cabo ensayos de elaboración de briquetas asfálticas, concreto, ensayos con asfalto sólido, rotura de cilindros de concreto, desgaste en Máquina de los Ángeles, peso unitario y destilación de asfalto, los cuales requirieron especialmente del uso de estufas y hornos que, como se mencionó anteriormente, son los equipos que más consumen energía. El consumo de este mes en el laboratorio, representa un 23,73 % del total facturado para la Facultad de Ingenierías<sup>15</sup>, lo que indica que es un consumo considerable tomando en cuenta que esta factura llega para un total de 55 dependencias que se encuentran en la Facultad de Ingeniería Civil, Electrónica y Telecomunicaciones, residencias 4 de Marzo, Departamento de Física, Departamento de Química, entre otras.

En el Anexo 2 se presentan los equipos eléctricos y manuales de no uso en el laboratorio y en el Anexo 3 aquellos que no fueron cuantificados y no presentaron registro de consumo en la ficha.

#### **5.4. COMPONENTE RUIDO**

En el laboratorio se realizan diferentes actividades que generan ruido continuo y ruido por impacto, y se llevan a cabo en mayor o menor cantidad, dependiendo del cronograma de actividades académicas establecido y/o la cantidad de trabajos externos solicitados. Los resultados de las mediciones de ruido continuo y por impacto se presentan en las Tablas 12 y 13, cuyo promedio de presión sonora es el correspondiente a los datos tomados en nueve puntos por cada área, ubicados en los sitios de trabajo más frecuentes.

---

<sup>15</sup> Consumo promedio para la Facultad durante el mes de mayo: 8 857,25 kw-h.

**Tabla 12.** Resultados de medición ruido continuo en el laboratorio

<b>EQUIPO O ACCIÓN</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION (HORAS)</b>	<b>PROMEDIO (dB)</b>
<b>ÁREA DE MATERIALES</b>		
Tamizado	2	79,2
Mezcladora de concreto (sin material)	3	70,1
Clase magistral	6	66,3
Lavado de agregado en recipiente metálico	2	66,3
Máquina de compresión SPX Power Team	1	58,6
Extractores de aire	4	51,6
Máquina de compresión FORM + TEST SEIDNER	2	49,6
Horno BLUE M	8	41,5
<b>ÁREA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		
Licuada eléctrica	1	84,5
Centrifugado	4	80,2
Esmeril	1	78,6
Plancha vibratoria	0,083	69,5
Tamizado manual	1	67,6
Corta-rocas	6	66,5
Lavado de material en tamiz metálico	1	62,7
Clase magistral	6	61,5
Dispersador mecánico	0,25	60,5
Bomba de vacío	6	59,2
Horno azul BLUE M	8	49,1

Fuente: propia

Las acciones y/o equipos generadores de ruido, que se llevaron a cabo la mayor parte del tiempo durante el semestre, fueron el lavado y tamizado de agregado, el funcionamiento del horno y la clase magistral; el resto de actividades fueron realizadas durante una o dos semanas dependiendo del cronograma académico establecido o los trabajos externos solicitados. Generalmente el equipo que funciona durante toda la jornada laboral (8 horas

diarias), es el horno y la actividad que más se realiza en el día es la clase magistral, el resultado que se reporta en la tabla es la presión sonora registrada en el momento en el cual se encuentran el mayor número de comisiones.

En cuanto al nivel de presión sonora, los valores máximos registrados corresponden al tamizado de agregado y el funcionamiento de la licuadora eléctrica, sin embargo estos se encuentran por debajo del valor máximo permisible establecido, para ruido continuo, en el artículo 1 de la resolución 1792 de 1990 de los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud, el cual es de 85 DB; igualmente el tiempo de exposición se encuentra por debajo del valor máximo que corresponde a 8 horas.

**Tabla 13.** Resultados medición ruido por impacto en el laboratorio

EQUIPO O ACCION	NUMERO DE IMPACTOS	PROMEDIO (dB)
<b>ÁREA DE MATERIALES</b>		
Ensayo de desgaste en la maquina de los ángeles (Con la puerta abierta)	201	92,9
Paleo y vaciado de agregado sobre un platón metálico	1 292	86,9
Vaciado de agregado sobre un platón metálico.	240	85,3
Paleo de material	204	84,4
Cuarteo de material.	720	83,3
Ensayo de desgaste en la maquina de los ángeles (Con la puerta cerrada)	8 040	78,1
<b>ÁREA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		
Compactación manual	4 800	89,2
Compactador mecánico Marshall	900	73,9
Casuela Casagrande	7 560	66,8

Fuente: propia

El mayor ruido por impacto, en el laboratorio, proviene de los ensayos de desgaste en la máquina de los ángeles y la compactación manual de suelo. En el ensayo de desgaste se coloca cierta cantidad de grava junto con unas esferas de acero, a girar en el interior de un equipo metálico conocido como

máquina de los ángeles; este equipo se encuentra dentro de un cuarto aislado con icopor, el cual generalmente se pone a funcionar con la puerta cerrada, sin embargo existen ocasiones, en las actividades académicas, donde la puerta se deja abierta con el fin de que los estudiantes observen el proceso. Los resultados demuestran que el cuarto cumple su función, pues mientras la puerta esté cerrada, el nivel de ruido disminuye en 14,8 dB.

Los resultados indican que la presión sonora máxima en el laboratorio generada por el uso de la máquina de los ángeles cuando la puerta está abierta, no sobrepasa el valor más bajo establecido en la resolución 8321 de 1983, artículo 45, el cual es de 120 dB para una jornada de trabajo donde se producen 10 000 impactos.

Aunque los resultados de las mediciones por ruido continuo y por impacto se encuentran por debajo de lo dispuesto en las normas, en el artículo 46 de la resolución 8321 de 1983, se aclara que los valores permisibles indicados se emplean como guías preventivas para el control de los riesgos de exposición al ruido y no se deben interpretar como límites precisos o absolutos que separan las condiciones seguras de las peligrosas. Por lo que se considera que a pesar de que no se excedan los límites permisibles de presión sonora por ruido continuo e intermitente, que ocasione daño en el sistema auditivo de las personas, no se excluye que los niveles de ruido presentados generen malestar e incomodidad en las personas expuestas a ellos. La literatura<sup>16</sup> reporta que niveles superiores a 50 dB pueden conducir a efectos psicosociales, tales como: dificultad de comunicación, alteración de la capacidad de concentración y estrés; efectos cuya respuesta está influenciada por la actitud de las personas, sensibilidad individual, momento del día en que se produce, entre otros. Prácticamente todos los equipos y acciones registraron niveles superiores a 50 dB, por tanto las manifestaciones de malestar e incomodidad

---

<sup>16</sup> Documento soporte ruido. Bogotá febrero del 2006

expresada por los docentes y operarios se corroboran con lo descrito en la literatura.

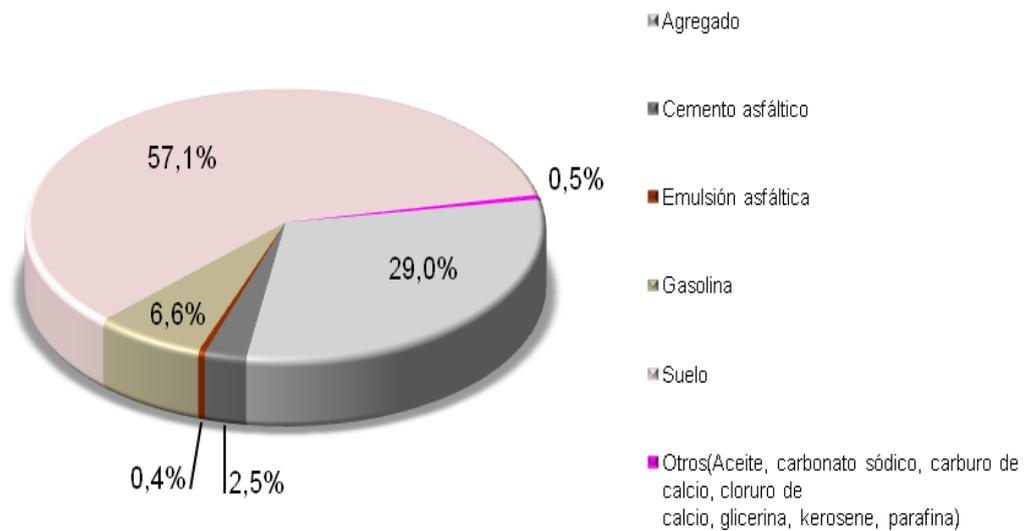
## 5.5. COMPONENTE MATERIALES E INSUMOS

Las cantidades en masa de los materiales e insumos usados durante un semestre en el laboratorio, se muestran en las Tablas 14 y 15 y en las Figuras 2 y 3 se indica esta cantidad en porcentaje. En la presente información no se incluyen aquellos materiales e insumos que son muy reutilizados tales como mercurio, azufre, madera y ladrillo. Con mayor detalle, en el Anexo 4 se presentan los materiales e insumos por comisión y por ensayo.

**Tabla 14.** Cantidad de materias primas usadas en el área de Suelos y Pavimentos durante un semestre

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD (kg)</b>
Suelo	1 117,60
Agregado	646,72
Gasolina	128,45
Cemento asfáltico	48,02
Otros (Aceite, Carbonato sódico, Carburo de Calcio, Cloruro de calcio, Cloruro de sodio, Glicerina, Kerosene, Parafina)	8,91
Emulsión asfáltica	8,44
<b>TOTAL</b>	<b>1 958,14</b>
<b>PROMEDIO MES</b>	<b>489,53</b>

Fuente: propia



**Figura 2.** Porcentaje en peso del total de materias primas usadas en el área de Suelos y Pavimentos. Elaboración propia

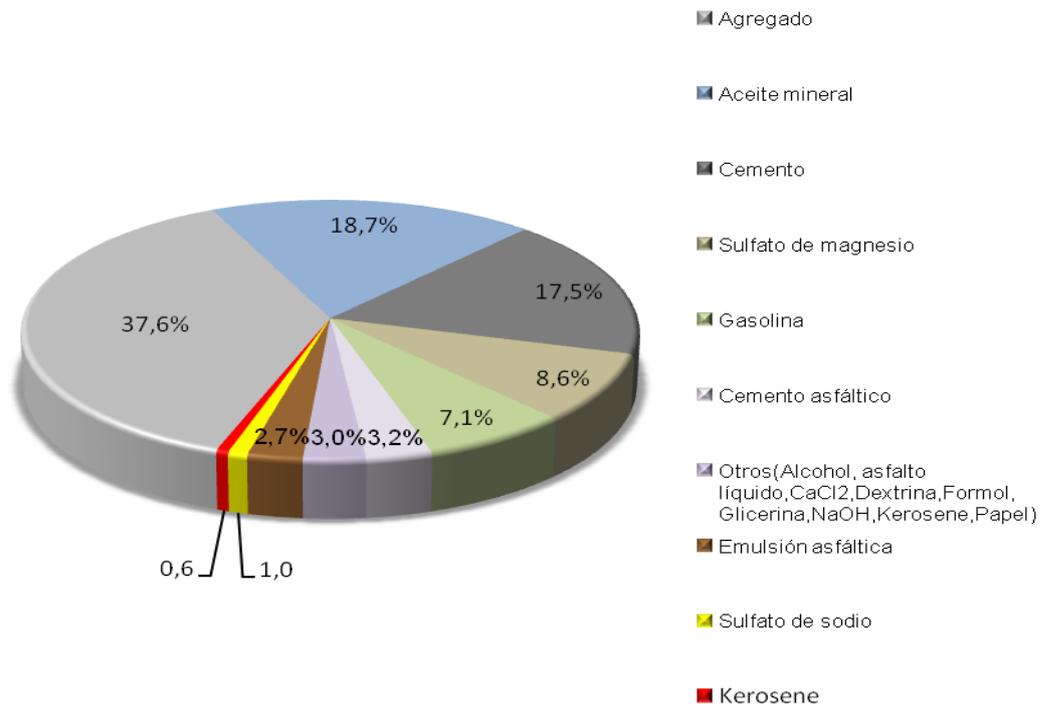
Las materias primas de mayor uso en el área de Suelos y Pavimentos fueron el suelo y agregado. El suelo se utiliza en mayor cantidad, puesto que es requerido en todos los ensayos de mecánica de suelos y algunos de pavimentos, entre 300 g y 500 g por comisión. El agregado es el segundo material de mayor uso, ya que al igual que el suelo, es indispensable en muchos de los ensayos realizados en esta área, especialmente en la elaboración de briquetas asfálticas, los cuales conforman uno de los objetivos de esta área que es el estudio del pavimento.

La gasolina no siempre es utilizada como insumo de los ensayos, generalmente su propiedad disolvente es aprovechada para la limpieza de instrumentos que quedan impregnados con materiales asfálticos.

**Tabla 15.** Cantidad de materias primas usadas en el área de Materiales durante un semestre

MATERIAL	CANTIDAD (Kg)
Agregado	294,43
Aceite mineral	146,35
Cemento	137,16
Sulfato de magnesio	67,20
Gasolina	55,78
Cemento asfáltico	25,16
Otros(Alcohol, asfalto líquido, CaCl <sub>2</sub> , Dextrina, Formol, Glicerina, NaOH, Kerosene, Papel)	23,73
Emulsión asfáltica	21,02
Sulfato de sodio	7,50
Kerosene	4,67
<b>TOTAL</b>	<b>783,00</b>
<b>PROMEDIO MES</b>	<b>195,75</b>

Fuente: propia



**Figura 3.** Porcentaje en peso de materias primas usadas en el área de Materiales. Elaboración propia

En el área de Materiales, el agregado y el cemento fueron de las materias primas más utilizadas durante el semestre debido a que durante este periodo

se realizó la práctica investigativa de materiales y concretos por los estudiantes de Geotecnología y las práctica de materiales II realizada por los estudiantes del Programa de Ingeniería Civil, donde es común el uso de agregado y cemento principalmente en los ensayos que requieren la elaboración de concreto.

Tanto el sulfato de sodio como el sulfato de magnesio son necesarios en el ensayo de resistencia a los sulfatos o solidez, siempre se usa uno u otro dependiendo de la disponibilidad; durante este periodo se realizó el ensayo en prácticas académicas y trabajos externos, utilizando principalmente sulfato de magnesio.

En el laboratorio, el uso del aceite mineral es generalmente restringido a la lubricación de moldes para asfalto, sin embargo en el ensayo de “viscosidad Saybol Furol” es requerido este insumo en una cantidad considerable, de aproximadamente 2 galones, puesto que es indispensable para el funcionamiento del viscosímetro LAB –LINE. Es de mencionar que este es uno de los insumos que puede reutilizarse y no se desperdicia mucho, pues las pérdidas que se generan por filtraciones en el equipo y evaporación al incrementar la temperatura durante el ensayo, son mínimas.

La cantidad en kilogramos de materiales asfálticos (asfalto líquido, cemento y emulsión asfáltica) es pequeña pero no menos importante dado que su uso es continuo, lo que involucra a su vez el uso de gasolina como agente limpiador.

## **5.6. COMPONENTE RESIDUOS**

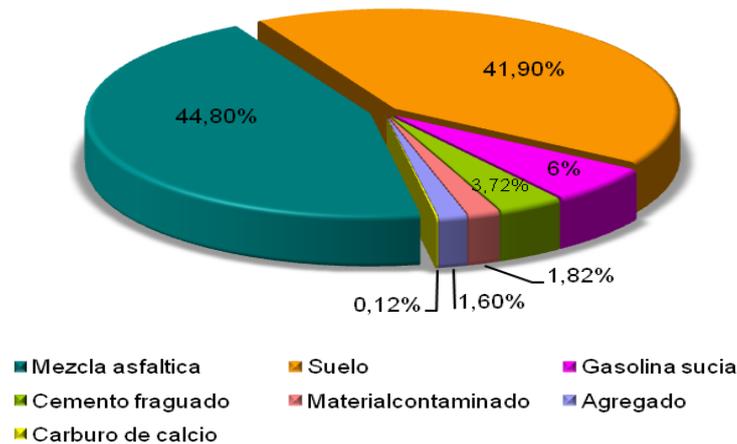
En el laboratorio, se generaron 13 tipos de residuos, los cuales fueron clasificados de acuerdo a su naturaleza o procedencia. Esta clasificación se presenta por área del laboratorio en las Tablas 16 y 17, donde además se indica la cantidad en masa y volumen generado durante el semestre de

estudio. La información de las tablas se complementa con las Figuras 4 y 5, donde se visualiza el porcentaje en masa de los residuos.

**Tabla 16.** Total de residuos generados en el área de Suelos y Pavimentos en un semestre

RESIDUO	MASA (kg)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
Mezcla asfáltica	500,8	0,308
Suelo	469,2	0,273
Gasolina sucia	67,2	0,079
Cemento fraguado	41,6	0,046
Material contaminado	20,4	0,096
Agregados	18,0	0,018
Carburo de calcio	1,3	0,004

Fuente propia



**Figura 4.** Porcentaje en masa de los residuos generados en el área de Suelos y Pavimentos. Elaboración propia

El suelo y la mezcla asfáltica fueron los residuos que más se generaron en el área de Suelos y Pavimentos. Dentro de los materiales e insumos el suelo, agregado y asfalto fueron los más utilizados durante el semestre en esta área (Tabla 14), de allí la gran cantidad de residuos generados. La mayoría de los procesos que involucran el suelo no alteran su estado natural, por lo tanto el residuo no genera un daño ambiental, siempre y cuando no se mezcle o contamine con otra sustancia que altere sus características, por lo que no presenta mayor inconveniente en su disposición final. La mezcla asfáltica, por su parte, es un residuo conformado por agregado y asfalto, el cual termina en forma de briquetas y trozos de forma heterogénea; durante el semestre estas

se elaboraron en los ensayos de las prácticas de pavimentos, trabajos externos que incluían elaboración y rotura, pero la mayor cantidad se presentó como resultado de un trabajo investigativo, el cual finalizó en el momento en que se inició esta cuantificación.

El material contaminado está representado por elementos de plástico, aluminio, trapos, papel bond reusado y papel higiénico, los cuales fueron empleados para la limpieza de implementos contaminados con asfalto o gasolina. Otro residuo que proviene generalmente de la limpieza de implementos contaminados con asfalto es el clasificado como gasolina sucia, sin embargo aunque en menor cantidad, este residuo proviene del ensayo de extracción de asfaltos.

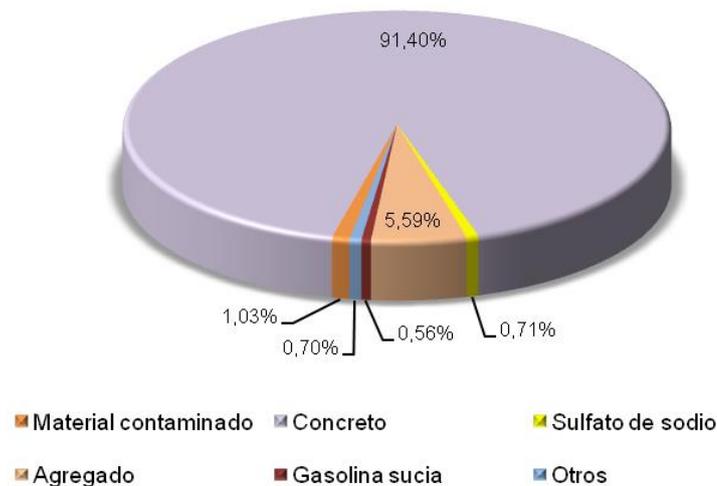
Los residuos de carburo de calcio, cemento fraguado y agregado se presentaron en menor cantidad, pues los dos primeros se generaron una sola vez en el semestre por prácticas académicas, en los ensayos de humedad del suelo-*Método de Speedy* y falso fraguado respectivamente, en cuanto al agregado no es común que salga como residuo, porque cuando no está mezclado con asfalto, siempre se recicla, sin embargo se clasificó como tal debido a que presentó algunas mezclas con suelo.

**Tabla 17.** Total de residuos generados en el área de Materiales en un semestre

RESIDUO	MASA (kg)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
Concreto	3 954,3	1,752
Agregado	241,9	0,176
Material contaminado	44,5	0,332
Sulfatos	30,8	0,021
Gasolina sucia	24,4	0,031
Asfalto sólido	17,1	0,019
Carbón	6,2	0,011
Mezcla materia orgánica <sup>17</sup>	6,0	0,008
Emulsión asfáltica	1,0	0,001

Fuente: Propia

<sup>17</sup> Mezcla de hidróxido de sodio, formaldehído, cloruro de calcio, glicerina con una proporción de agua



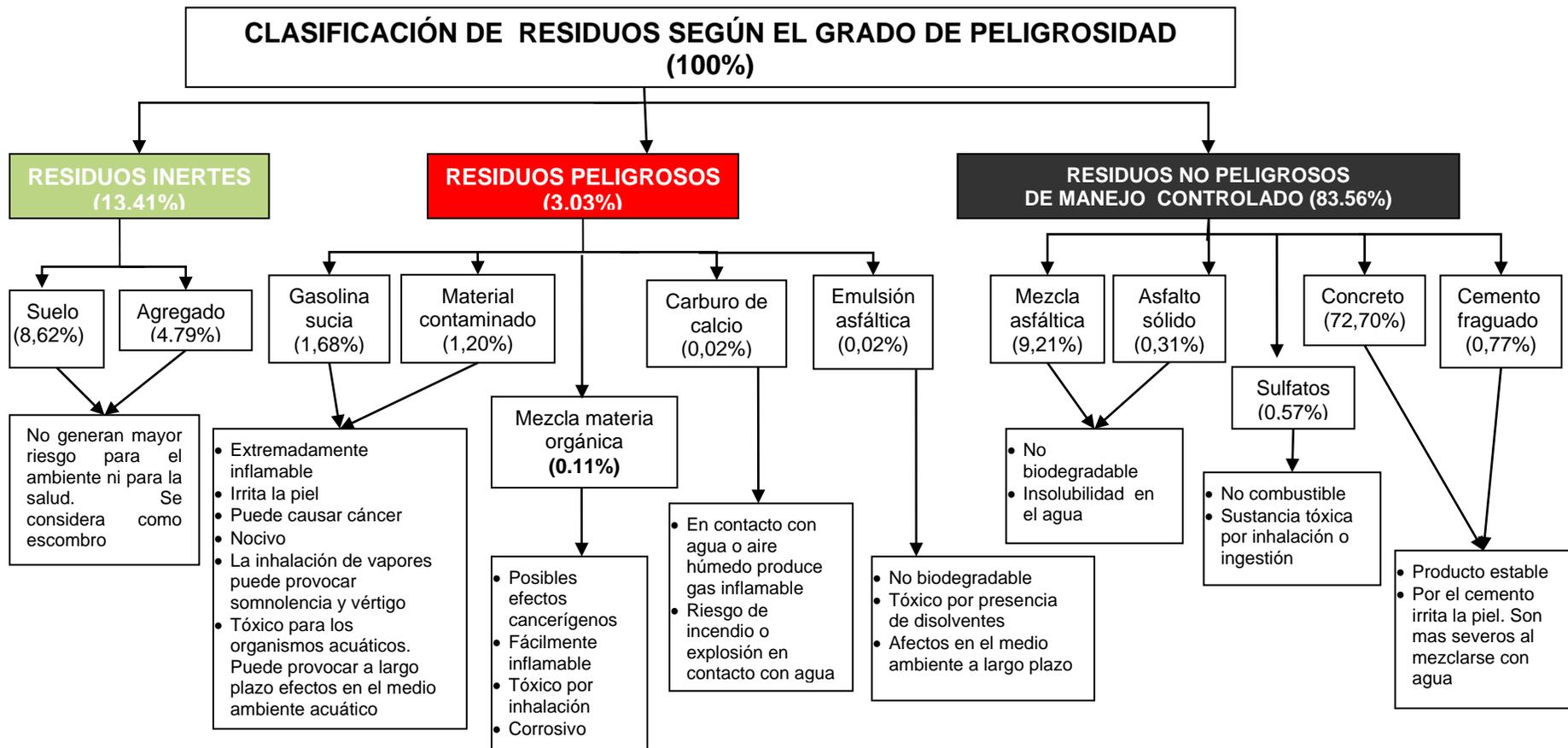
**Figura 5.** Porcentajes en masa de los residuos generados en el área de materiales.  
Elaboración propia

En el área de Materiales el trabajo se enfoca a la elaboración de concreto y a las aplicaciones con asfalto, siendo la primera actividad la mayor generadora de residuos, pues el concreto representa el 91,40% del total. Durante este semestre se presentó principalmente a causa de los trabajos externos donde se realizaron 191 roturas de núcleos y 57 roturas de cilindros; aunque en menor cantidad también hubo generación por actividades académicas, práctica investigativa de concretos por el programa de Geotecnología y práctica de materiales II por el programa de Ingeniería Civil. En la práctica investigativa de concretos se elaboraron 32 cilindros y 32 vigas mientras que en el ensayo de materiales II se elaboraron en promedio 8 cilindros y 4 vigas por comisión.

En menor medida hubo generación de residuos de asfalto, agregado, sulfato de sodio, materia orgánica y carbón. De los cuales el carbón es el único que no se genera habitualmente en el laboratorio, ya que este resultó de un trabajo investigativo llevado a cabo por una estudiante del programa de Ingeniería Física. El resto son residuos que se generan normalmente en el laboratorio y en baja cantidad, puesto que provienen de pocos ensayos. El agregado, al igual que en el área de Suelos y Pavimentos es reutilizado, excepto cuando se utiliza en el ensayo de desgaste o se ha ensuciado con otro material dificultando su separación, lo que por ende lo convierte en residuo. Los

residuos asfálticos (asfalto sólido y emulsión asfáltica) se generaron básicamente por las prácticas académicas, pues en los trabajos externos el uso de asfalto fue mínimo, aproximadamente 0,05 kg por ensayo, mientras que en prácticas académicas fue de 1,37 kg.

De acuerdo al grado de peligrosidad los residuos del laboratorio se clasificaron en tres categorías (inertes, peligrosos, no peligrosos pero de manejo controlado); los resultados se presentan en la Figura 6.



**Figura 6.** Clasificación de los residuos del laboratorio según su grado de peligrosidad. Elaboración propia

La mayor cantidad de los residuos se encuentran clasificados como no peligrosos, sin embargo su manejo debe ser controlado pues aunque no presentan propiedades muy dañinas para la salud y el ambiente requieren de una disposición adecuada, ya que no deben entrar en contacto con ecosistemas acuáticos y terrestres, debido a que en su mayoría son materiales no biodegradables que por perdurar en el tiempo pueden alterar las condiciones naturales del lugar donde se depositen. El residuo de sulfatos se clasificó dentro de esta categoría, debido a que no contiene elementos que le confieran alta toxicidad que puedan llegar a causar muerte, lesiones graves y efectos perjudiciales para la salud del ser humano.

Los residuos clasificados como inertes no generan ninguna alteración al ambiente, puesto que durante su proceso de uso no estuvieron en contacto con ninguna sustancia que alterara su composición natural, lo que indica que pueden ser devueltos del ambiente del cual fueron extraídos.

Los residuos peligrosos representan el menor porcentaje, sin embargo su efecto sobre el ambiente y la salud de las personas puede llegar a ser elevado, pues presentan características de corrosividad, reactividad y explosividad que obliga un tratamiento especial realizado por gestores autorizados.

## **6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **6.1. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES**

Para la identificación de los aspectos ambientales se realizó, por área de laboratorio, el análisis de entradas (materiales e insumos, agua y energía) y salidas (ruido, vertimientos y residuos); análisis de insumos químicos utilizados y los que se encuentran almacenados, determinando su potencial de contaminación y toxicidad. También se analizaron los incidentes o accidentes de relevancia ambiental experimentados por los operarios y demás usuarios, durante el tiempo que han permanecido trabajando en el laboratorio. Esta información se presenta en el Anexo 5.

### **6.2. EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES**

Con el fin de evaluar el grado de significancia de los aspectos ambientales y teniendo en cuenta los diferentes métodos que se han diseñado para este propósito, se eligieron los que más se ajustan a las actividades del laboratorio.

El método ABC se aplicó por cada una de las áreas y la matriz de prioridades se empleó de forma global para todo el laboratorio. En los dos métodos se tomó en cuenta el grado de afectación al medio que presentan los aspectos y sus consecuentes impactos ambientales.

#### **6.2.1. Método ABC.**

Corresponde a un método cualitativo de fácil aplicación, el cual respalda la evaluación mediante criterios argumentativos verbales. La elección del método se encuentra relacionada con el grado de complejidad en términos ambientales

que presenta el laboratorio. En las Tablas 18 y 19 se presenta la valoración de los aspectos ambientales aplicando este método.

**Tabla 18.** Valoración de aspectos ambientales en el área de Suelos y Pavimentos

<b>EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA AMBIENTAL</b>			
<b>ÁREA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>			
<b>ASPECTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	<b>ARGUMENTACIÓN</b>
<b>ENTRADAS</b>			
Consumo de materias primas e insumos	489,53 kg/mes	B	Uso de materiales renovables como suelo y agregado y en menor proporción materiales derivados del petróleo.
Consumo de electricidad	870,48 kw-h/mes	B	Proviene de fuentes renovables y su consumo es racionado. Conexiones inadecuadas.
Consumo de agua	8,33 m <sup>3</sup> /mes	C	El consumo representa el 0.3% del consumo total del edificio de Ingenierías
<b>SALIDAS</b>			
Emisión de ruido	69,3 dB <sup>18</sup>	B	Por debajo 80 dB (valor permisible según normatividad), sin embargo a partir de los 55 dB se puede experimentar malestar moderado.
Vertimientos	8,17 m <sup>3</sup> /mes	C	No se vierten sustancias tóxicas, en su mayoría son sustancias de riesgo mínimo para el ambiente.
Generación de residuos	280 kg/mes	B	Presencia de residuos peligrosos, sin embargo su cantidad es controlable
<b>INCIDENTES POTENCIALES</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendio o explosión por la manipulación de gasolina, sustancia fácilmente inflamable o corto circuito.</li> <li>• Inhalación de vapores tóxicos por la manejo de sustancias químicas y solventes, además por el calentamiento de materiales asfálticos.</li> </ul>			
<b>DICTAMEN GENERAL</b>			
Impacto ambiental moderado, aspectos que pueden ser controlados mediante un seguimiento continuo e implementación de alternativas de manejo adecuado de los recursos y disminución de residuos y vertimientos.			
Criterios empleados para la evaluación:		<b>Puntaje de evaluación:</b> A: Gran impacto B: Impacto medio C: Impacto bajo - :No existe impacto	

Fuente: Propia

<sup>18</sup> Promedio de los resultados de ruido continuo y por impacto expuestos en las Tablas 12 y 13

**Tabla 19.** Valoración de aspectos ambientales en el área de Materiales

<b>EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA AMBIENTAL</b>			
<b>ÁREA DE MATERIALES</b>			
<b>ASPECTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	<b>ARGUMENTACIÓN</b>
<b>ENTRADAS</b>			
Consumo de materias primas e insumos	161,56 kg/mes	B	En mayor cantidad se usa material agregado, pero también se usan sustancias como aceite mineral, materiales asfálticos y gasolina, potencialmente dañinos para la salud y el ambiente.
Consumo de electricidad	706,43 kw-h/mes	B	Consumo moderado, presencia de conexiones en malas condiciones lo que puede llegar a incrementarlo.
Consumo de agua	7,16 m <sup>3</sup> /mes	C	El consumo representa el 0.3% del consumo total del edificio de Ingenierías.
<b>SALIDAS</b>			
Emisión de ruido	71,02 dB <sup>19</sup>	B	Por debajo de 80 dB (valor permisible según normatividad), sin embargo a partir de los 70 dB se puede disminuir la concentración y causar molestias menores.
Vertimientos	6,32 m <sup>3</sup> /mes	C	No se vierten sustancias tóxicas en cantidades considerables. Parámetros de DBO <sub>5</sub> , DQO y sólidos suspendidos muy inferiores a los reportados para las aguas residuales domésticas.
Generación de residuos	1 081 Kg/mes	B	Gran cantidad de residuos de "construcción" que requieren una disposición especial.
<b>INCIDENTES POTENCIALES</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendio o explosión por la manipulación de gasolina, sustancia fácilmente inflamable o corto circuito.</li> <li>• Inhalación de vapores tóxicos por la manejo de sustancias químicas y solventes, además por el calentamiento de materiales asfálticos.</li> <li>• Explosión por calentamiento de asfalto.</li> </ul>			
<b>DICTAMEN GENERAL</b>			
Impacto ambiental moderado, aspectos que pueden ser controlados mediante un seguimiento continuo e implementación de alternativas de manejo adecuado de los recursos y disminución de residuos y vertimientos.			
Criterios empleados para la evaluación:		<b>Puntaje de evaluación:</b> A: Gran impacto B: Impacto medio C: Impacto bajo - :No existe impacto	

Fuente: Propia

<sup>19</sup> Promedio de los resultados de ruido continuo y por impacto expuestos en las Tablas 12 y 13

### 6.2.2. Matriz de prioridades.

Es un método cualitativo que permite encontrar los aspectos ambientales significativos partiendo de la priorización de sus impactos ambientales. Por las características del método siempre habrá como mínimo un valor alto que representa el impacto mas significativo de los que se están evaluando, lo cual no necesariamente significa que el impacto sea extremadamente grave. En la Tabla 20 se presentan los resultados de la aplicación de la matriz, la cual se encuentra en el Anexo 6.

**Tabla 20.** Identificación y evaluación de impactos ambientales. Clasificación de acuerdo a su prioridad

MEDIO AFECTADO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	VALORACION	PRIORIDAD
AGUA	Consumo de agua	Consumo de recursos naturales	40	BAJA
	Vertimientos	Contaminación de ríos	64	BAJA
AIRE	Consumo de materias primas e insumos	Emisión de vapores y material particulado	48	BAJA
	Emisión de ruido	Contaminación del aire	8	BAJA
SUELO	Generación de residuos	Contaminación de suelos	360	ALTA
TRABAJADORES	Consumo de materias primas e insumos	Exposición de vapores y material particulado	54	BAJA
	Emisión de ruido	Efectos psicosociales y sobre la salud del trabajador	120	MEDIA
OTROS (Paisaje)	Consumo de materias primas e insumos	Disminución de recursos renovables y no renovables	80	BAJA
	Consumo de electricidad	Consumo de recurso proveniente de fuentes renovables	120	MEDIA
	Generación de residuos	Alteración paisajística	54	BAJA

Fuente: Propia

**Tabla 21.** Orden de prioridad de los aspectos ambientales y sus causas

PRIORIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	CAUSAS
ALTA	Generación de residuos	Contaminación de suelos	Trabajos externos Ensayos académicos (principalmente Geotecnología) Limpieza de implementos
MEDIA	Emisión de ruido	Efectos psicosociales y a la salud del trabajador	Uso de equipos ruidosos Concentración de varias comisiones en un mismo horario de trabajo. Uso de implementos metálicos en el manejo de agregado
	Consumo de energía eléctrica	Consumo de recurso proveniente de fuentes renovables	Uso de hornos y estufas
BAJA	Consumo de agua	Consumo de recursos naturales	Proceso de destilación Lavado de material agregado Llenado de tanques Ensayos de elaboración de concreto
	Vertimientos	Contaminación de ríos	Lavado de material agregado Lavado de material contaminado con asfalto y gasolina
	Consumo de materias primas e insumos	Emisión de vapores y material particulado	Manejo de gasolina y demás solventes orgánicos Material de desgaste en máquina de los Ángeles Manejo de cementos y agregados
		Disminución de recursos renovables y no renovables	Elaboración de ensayos
	Emisión de ruido	Contaminación del aire	Actividades cuya generación de ruido sobrepasan los límites del laboratorio (máquina de los Ángeles con la puerta abierta tamizaje y paleo de agregado)

Fuente: Propia

### 6.3. CONCEPTO GENERAL DEL DIAGNÓSTICO

Los dos métodos empleados en la evaluación de los aspectos ambientales identificados coincidieron en que los aspectos que presentan mayor significancia son residuos, ruido y electricidad; de los cuales el más relevante es el de residuos, pues la generación de estos se presenta en forma continua a lo largo del semestre. La mayor importancia de los residuos radica en su composición ya que el 83,56 % de ellos, a pesar de no ser considerados peligrosos, son materiales no biodegradables y pueden ocasionar algunos efectos en la salud, por lo que requieren un manejo adecuado para su

disposición pues de lo contrario podrían generar un impacto negativo en el ambiente donde sean depositados; aunque los residuos que se generan en menor porcentaje son los peligrosos (3,03 %), sus características obligan a que tengan un mayor control en su almacenamiento, transporte y disposición final.

El desarrollo de procesos de reutilización y reciclaje dentro del laboratorio ha permitido el uso óptimo de los insumos y aprovechamiento de los residuos generados, aunque esto solo se lleva a cabo con aquellos que por su naturaleza así lo permiten, propiciando la disminución de los impactos negativos sobre el ambiente; sin embargo este proceso debe hacerse extensivo a otros tipos de residuos con el fin de disminuir el impacto ambiental que estos representan. Igualmente es importante implementar alternativas para la disposición ambientalmente adecuada de los residuos, cuyo aprovechamiento sea imposible; para lo cual se hace necesario contar con un sitio de almacenamiento acorde con el tipo de residuos generados y los requerimientos básicos establecidos para los mismos; además la Universidad debe buscar la opción de contratar empresas encargadas de la correcta eliminación de los residuos.

En general, la mayoría de los procesos que se desarrollan en el laboratorio dan cumplimiento a las normas ambientales que se aplican a cada uno de ellos, esto se debe principalmente a que dichos procesos se realizan a pequeña escala y por ende los requerimientos de los recursos energéticos, hídricos, materias primas e insumos son bajos al igual que sus emisiones al agua y de ruido. No se han cumplido a cabalidad los requerimientos legales correspondientes al manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos (peligrosos, no peligrosos e inertes), pues hasta el momento no se ha formulado un procedimiento que establezca el manejo integral de los mismos, razón que incrementa la importancia de este aspecto.

Uno de los mayores inconvenientes que se presenta en el laboratorio es la falta de espacio, este se ve limitado por la poca organización de los elementos que allí se encuentran, pues se tienen equipos almacenados desde hace varios años, que no cumplen ninguna función dentro del laboratorio por estar obsoletos o dañados; además la inadecuada organización en el almacenamiento de sustancias químicas que genera un riesgo para la integridad física de los operadores, pues no se cuenta con los servicios adecuados que permitan almacenarlas de acuerdo a parámetros de compatibilidad establecidos; por lo que conviene evacuar equipos antiguos, sustancias químicas caducadas y residuos de procedencia desconocida.

Las instalaciones del laboratorio inicialmente no fueron concebidas para el uso que actualmente presentan, por tanto no cuentan con adecuadas conexiones eléctricas para el tipo de equipos que allí se utilizan y no dispone de la ventilación necesaria; lo cual genera una inseguridad para el personal que se encuentra dentro del laboratorio, incrementándose al no poseer equipos contra incendios, extintores, señales de información y medicamentos vigentes.

## **7. FORMUACION DEL PLAN DE GESTION AMBIENTAL**

Para la formulación del Plan de Gestión Ambiental del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos se acogieron los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Ambiental de la Universidad del Cauca.

### **7.1. OBJETIVOS DEL PLAN**

#### **7.1.1. Objetivo general.**

Desarrollar alternativas de gestión que conlleven a un mejoramiento continuo de los procesos que se realizan en el Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos a través de la implementación de mecanismos de producción más limpia y en conformidad con lo establecido en el Plan de Gestión Ambiental de la Universidad del Cauca.

#### **7.1.2. Objetivos específicos.**

1. Hacer uso óptimo de los recursos hídricos, energéticos, así como de materiales e insumos químicos utilizados en el desarrollo de los procesos que se llevan a cabo en el laboratorio.
2. Promover el aprovechamiento de los residuos y adoptar mecanismos que permitan su correcto almacenamiento y disposición final.
3. Vincular a la comunidad involucrada con el laboratorio, en el correcto proceso de gestión ambiental.
4. Cumplir con los requisitos legales y otros compromisos institucionales aplicables al trabajo que se desarrolla en el laboratorio

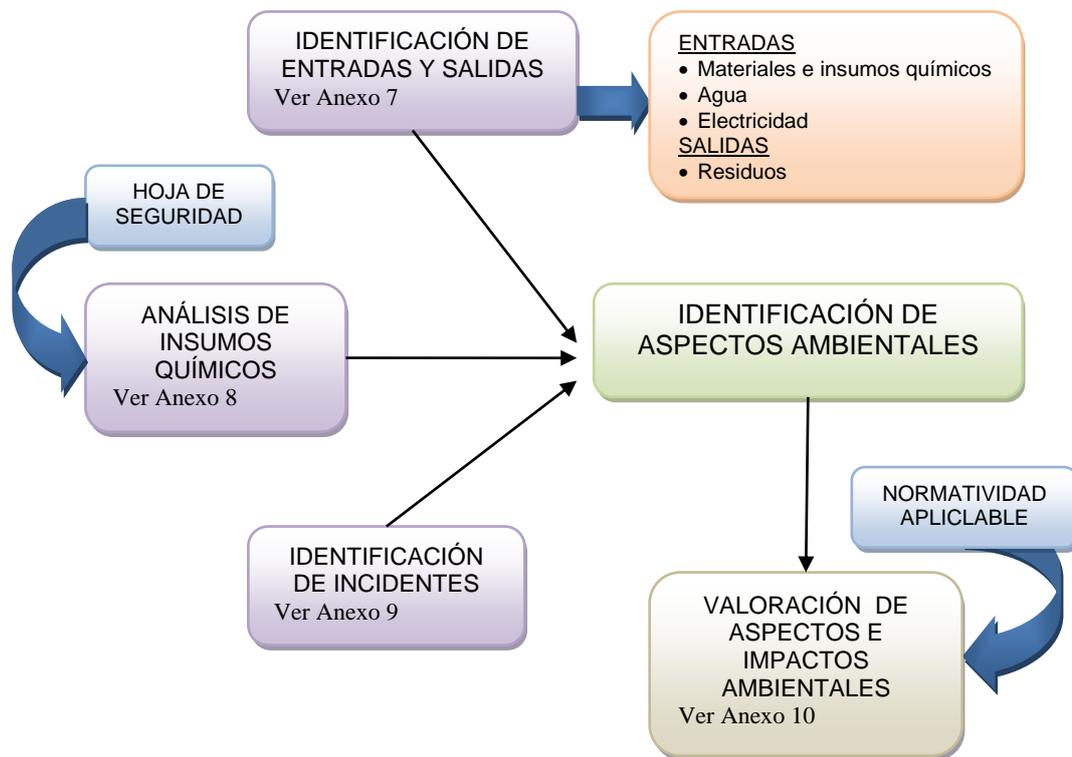
## **7.2. METAS**

El presente plan de gestión ambiental acoge algunas metas propuestas en el plan de gestión ambiental universitario, que puedan llevarse a cabo en el Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos, con el fin de atender por área de laboratorio los aspectos ambientales identificados en el diagnóstico.

- ✓ Sustitución gradual de los productos químicos peligrosos (# de productos químicos).
- ✓ Reducción del consumo de energía (watts-h por elementos eléctricos)
- ✓ Reducción en el consumo de agua (% por proceso sustituido)
- ✓ Manejo apropiado de residuos (% de aprovechamiento y % de residuos almacenados y dispuestos)
- ✓ Alto grado de satisfacción de los profesores, estudiantes, operarios y demás usuarios de las instalaciones durante el desarrollo de las actividades académicas, investigativas y trabajos externos. (Número de personas satisfechas)

## **7.3. ASPECTOS AMBIENTALES**

En la Figura 7 se esquematiza el procedimiento que se debe seguir para continuar identificando los aspectos ambientales y sus impactos según con lo establecido en el numeral 4.3.1 de la norma ISO14001.



**Figura 7.** Proceso de identificación y evaluación de aspectos ambientales Elaboración propia

#### 7.4. REQUISITOS LEGALES Y OTROS

Los requisitos a los cuales la Universidad del Cauca se compromete se exponen en la propuesta de política ambiental institucional, la cual está siendo sometida a aprobación; por tanto al ser el Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos una dependencia de la Universidad, debe acogerse a esta política. De igual manera la Universidad y por ende el laboratorio se comprometen a acatar la normatividad colombiana que sea aplicable a los aspectos ambientales de los procesos que llevan a cabo.

## Propuesta de política ambiental institucional

La Universidad del Cauca dentro del marco de su misión educadora forma profesionales comprometidos con su entorno ambiental, entre otros aspectos, con la preservación del ambiente y la salud, propendiendo por una mejor calidad de vida de la comunidad universitaria, desarrollando mecanismos de gestión que permitan el mejoramiento continuo del desempeño ambiental, el cumplimiento de las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias en materia ambiental aplicables y otros requisitos que la Universidad determine.

La Universidad establecerá alianzas estratégicas con entidades del Estado, el sector privado y la sociedad civil con el objetivo de promover el desarrollo sustentable y la prevención de desastres ambientales. Propiciará la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos peligrosos y no peligrosos; la generación de una cultura institucional en el uso racional de los recursos hídricos, energéticos, combustibles y sus derivados, materiales e insumos utilizados en la Universidad, mediante la sensibilización y participación de la comunidad universitaria, incorporando una visión social y humana a través del desarrollo e implementación del Plan de Gestión Ambiental.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> *Op.cit*, Propuesta del Plan de Gestión Ambiental de la Universidad del Cauca. p.9

## Normatividad nacional

**Tabla 22.** Requisitos legales aplicables

<b>PRODUCTOS QUÍMICOS</b>	
Ley 55 de 1993	Por medio de la cual se aprueba el “convenio número 170 y la recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo”.
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 4741 de 2005 Min Ambiente	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Resolución 2309 de 1986 Min Salud	Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del título 3 de la parte 4 del libro 1 del decreto – Ley número 1811 de 1974 y de los títulos I, III, XI de la ley 9 de 1979 en cuanto a residuos especiales.
Decreto 2676 de 2000 Min Protección social	Por el cual se reglamenta la gestión interna de los residuos hospitalarios y similares.
<b>RESIDUOS SÓLIDOS</b>	
Resolución 541 de 1994 Min Ambiente	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, de suelo y subsuelo de excavación.
<b>AGUA</b>	
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
<b>ENERGÍA</b>	
Ley 697 de 2001	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.
<b>RUIDO</b>	
Resolución 8321 de 1983 Min Salud	Por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos
Resolución 1792 de 1990 Min Salud	Por la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.
<b>VERTIMIENTOS</b>	
Decreto 1594 de 1984 Min Protección Social	Uso del agua y residuos líquidos
<b>OTRAS</b>	
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias

La información sobre requerimientos legales se puede seguir actualizando mediante la consulta en las siguientes páginas web:

- [www.minproteccionsocial.gov.co/VBecontent/NewDetail.asp?ID=1814](http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBecontent/NewDetail.asp?ID=1814)
- [www.minambiente.gov.co/descarga/descarga.aspx](http://www.minambiente.gov.co/descarga/descarga.aspx)

## 7.5. PROGRAMAS DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

El Plan de Gestión que se propone para el laboratorio de Materiales, suelos y pavimentos contempla una serie de actividades que aportan a seis de los diez programas del Plan de Gestión Ambiental de la Universidad del Cauca. Por cada programa se plantean objetivos, metas, actividades, indicadores, responsables y plazo de ejecución, lo cual está sujeto a consideración de las directivas de la Universidad.

### 7.5.1. Programa de gestión de residuos peligrosos.

**OBJETIVO:** Optimizar el uso de insumos peligrosos y propiciar una adecuada disposición final de los residuos.

**META:** Disponer correctamente el 100% de los residuos peligrosos generados

COD	ACTIVIDADES	INDICADORES
RP1	Disminución del número de repeticiones por ensayo que requieran el uso de insumos peligrosos.	Número de ensayos disminuidos. Cantidad total de residuos peligrosos generados.
RP2	Mantener recipientes con las características adecuadas para la segregación de este tipo de residuos (ver sección 8.2).	Número de recipientes
RP3	Contratar un gestor de residuos peligrosos autorizado para la disposición final de los que no se pueden aprovechar	Cantidad de residuos peligrosos dispuestos.
RP4	Promover investigaciones que conlleven a la reutilización de los residuos	Nº de propuestas de investigación.

**RESPONSABLE:** Coordinador del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos

**PLAZO MÁXIMO:** 2 años

### 7.5.2. Programa de gestión de residuos no peligrosos.

**OBJETIVO:** Propiciar la minimización de los residuos y una adecuada disposición final.

**META:** - Disponer correctamente el 100% de los residuos no peligrosos generados.  
- Aprovechar un 80% de los residuos generados

COD	ACTIVIDADES	INDICADORES
RNP1	Disminución del número de repeticiones por ensayo	Número de repeticiones de ensayos por comisión disminuidos.
RNP2	Mantener recipientes con las características adecuadas para la segregación de este tipo de residuos (ver sección 8.2).	Número de recipientes
RNP3	Reutilizar los residuos en otras actividades donde sean requeridos	Cantidad de residuos reutilizados
RNP4	Incluir en la página web de la universidad una lista donde otras dependencias dentro y fuera de esta, puedan consultar y en dado caso acceder a los residuos que consideren, se pueden reutilizar. <sup>21</sup>	Número de solicitudes atendidas
RNP5	Buscar alternativas de aprovechamiento de los residuos.	Cantidad de residuos aprovechados
RNP6	Promover investigaciones que conlleven a la utilización de los residuos	Nº de propuestas de investigación

**RESPONSABLE:** Coordinador del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos

**PLAZO MÁXIMO:** 1 año

### 7.5.3. Programa de gestión de recursos hídrico, energético, combustibles y sus derivados, materiales e insumos.

**OBJETIVO:** Promover el uso racional de los recursos hídrico, energético, materiales e insumos químicos.

**META:** Consumo de un 3% menos por comisión al semestre.

COD	ACTIVIDADES	INDICADORES
REC1	Recuperación del agua usada para enfriamiento en el proceso de destilación	Volumen (m <sup>3</sup> ) de agua recuperada
REC2	Aprovechamiento del agua lluvia para lavado de agregado, de implementos y ensayos que lo permitan	Volumen(m <sup>3</sup> ) de agua recogida
REC3	Sustitución gradual de las actuales lámparas por lámparas ahorradoras de energía	Número de lámparas reemplazadas
REC4	Promover el uso de hornos de menor resistencia.	Porcentaje de uso de cada uno de los hornos

<sup>21</sup> Página web existente [WWW.unicauca.edu.co/departamentos/labgeotec.htm](http://WWW.unicauca.edu.co/departamentos/labgeotec.htm)

<b>REC5</b>	Reducción del uso de equipos eléctricos en la mañana, en trabajos externos o tareas de los estudiantes de Geotecnología <sup>22</sup> .	Porcentaje de trabajos reducidos
<b>REC6</b>	Mejorar conexiones eléctricas evitando dejar cableado expuesto, cambiando las cajas de interruptores, tomacorrientes y octagonales metálicos por PVC	Porcentaje de conexiones efectivamente mejoradas
<b>REC7</b>	Disminución del número de repeticiones de ensayos por comisión	Número de ensayos por comisión disminuidos
<b>REC8</b>	Liberar espacio en el área de almacenamiento de insumos químicos, evacuando equipos de no uso, insumos químicos caducados o no requeridos (ver anexo 2 y A.5.2).	Área desocupada

**RESPONSABLE:** Coordinador del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos  
Docentes del Departamento de Geotecnología

**PLAZO MÁXIMO:** 3 a 5 años

#### 7.5.4. Uso y aprovechamiento del suelo e instalaciones.

**OBJETIVO:** Adecuar las instalaciones del laboratorio para mejorar el entorno donde se realizan los procesos

**META:** Ejecutar las reformas en un 70%

<b>COD</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>INDICADORES</b>
UA11	Construcción de un sitio de almacenamiento de residuos, que cumpla con todos los requerimientos de tamaño y ventilación.	Construcción del sitio
UA12	Mejorar la ventilación en el laboratorio mediante el cambio a ventanas corredizas, la correcta colocación de los extractores de aire e instalación de campanas de extracción para trabajos donde se requiere la utilización de materiales o insumos químicos altamente volátiles.	Obras efectivamente realizadas
UA13	Colocar medidores de energía y agua para el laboratorio	Contadores colocados

**RESPONSABLE:** Coordinador del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos  
Docentes del Departamento de Geotecnología

**PLAZO MÁXIMO:** 3 a 5 años

<sup>22</sup> En el horario de la tarde está la franja media, donde se presenta el menor costo por consumo del día.

### 7.5.5. Control de la contaminación atmosférica.

**OBJETIVO:** Propiciar un ambiente laboral con niveles mas bajos de ruido

**META:** Disminuir los niveles de ruido en el 10 % del total de actividades generadoras de ruido

COD	ACTIVIDADES	INDICADORES
CR1	Recubrir los compactadores metálicos con material aislante de caucho	Presión sonora por debajo de 60dB
CR2	Reemplazar platonos metálicos por platonos de plástico resistente	Presión sonora por debajo de 60dB
CR3	Distribuir equitativamente las actividades académicas en las dos jornadas.	Número de comisiones por jornada
CR4	Fomentar el uso de implementos de protección auditiva.	Número de implementos de protección por usuario de laboratorio

**RESPONSABLE:** Coordinador del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos  
Auxiliares y Geotecnólogos que trabajan en el laboratorio

**PLAZO MÁXIMO:** 1 año

### 7.5.6. Generación, apropiación y difusión del conocimiento ambiental.

**OBJETIVO:** Generar hábitos y buenas prácticas ambientales en los usuarios del laboratorio

**META:** Capacitación del 100% de los usuarios del laboratorio.

COD	ACTIVIDADES	INDICADORES
DCA1	Realizar charlas introductorias a los estudiantes que ingresen por primera vez al laboratorio, sobre seguridad y educación ambiental.	Porcentaje de usuários capacitados
DCA2	Diseño de material informativo	Material informativo elaborado
DCA3	Implementar cursos de capacitación en torno a la temática ambiental, dirigidos a los operarios del laboratorio	Porcentaje de operarios capacitados

**RESPONSABLE** Coordinador del Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos  
Docentes del Departamento de Geotecnia  
Departamento de Ingeniería Ambiental

**PLAZO MÁXIMO:** 6 meses

En la Tabla 23 se presenta el presupuesto de las actividades que generan un costo para su ejecución, no se incluye la mano de obra pues la Universidad

cuenta con el área de Edificios que se encarga de realizar las reparaciones e instalaciones necesarias.

**Tabla 23.** Presupuesto de las actividades

COD	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO 2009 (pesos)	OBSERVACIONES
<i>PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS</i>				
RP2	Recipientes para la segregación de residuos.	Recipientes de plástico resistente (ver Tabla 25).	170 000	Inversión semestral
RP3	Contratación de un gestor de residuos peligrosos autorizado	Costo por kg de residuos (gasolina sucia y asfálticos). Empresa ASERHI Ltda..	2 500	Inversión semestral
<i>PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS</i>				
RNP2	Recipientes para la segregación de residuos	Incluye recipientes de plástico resistente con tapa, metálicos y costalillas de polipropileno (ver Tabla 25).	67 000	Inversión semestral
<i>PROGRAMA DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICO, ENERGÉTICO, COMBUSTIBLES Y SUS DERIVADOS, MATERIALES E INSUMOS</i>				
REC1	Tanque para recuperación del agua desperdiciada en el proceso de destilación	Tanque de 6 m <sup>3</sup>	Concreto: 2 500 000 Plástico: 3 000 000	Inversión única. El tanque de concreto incluye el costo de mano de obra
REC2	Tanque de recolección de agua lluvia			
REC3	Lámparas ahorradoras de energía.	Lámparas de 2 tubos c/u de 32 w con un largo de 1,24 m Bombillas de 25-15 w	3 056 000	Inversión única. 56 lámparas y 7 bombillas
REC6	Cajas de interruptores, tomacorrientes y octagonales. <sup>23</sup>	Material PVC Cajas de 2*4 pulgadas.	121 500	Inversión única reemplaza el total de 1 cajas( 99 cajas entre interruptores y tomacorrientes y 7 octagonales)
<i>USO Y APROVECHAMIENTO DEL SUELO E INSTALACIONES</i>				
UAI1	Caseta de almacenamiento de residuos	Una caseta de 8 m <sup>2</sup> o dos de 4 m <sup>2</sup>	2 400 000	Inversión única
UAI2	Cambio de ventanas	Área de Materiales Ventana corrediza de 1,78 m de largo por 2,71 m de ancho con varilla de seguridad redonda.	380 000	Inversión única. Ventana ubicada en el área de asfaltos

<sup>23</sup> Costo de cajas de interruptores y tomacorrientes de 2\*4 Pul=1 100 pesos  
Costo de octagonales= 1 800 pesos

COD	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO 2009 (pesos)	OBSERVACIONES
UAI2	Cambio de ventanas	Área de Suelos y Pavimentos. Ventana corrediza de 2,96 m de ancho por 0,99 m de largo con varilla de seguridad redonda.	230 000	Inversión única. Ventana ubicada en el sitio de extracción de asfaltos
	Campana de extracción	Modelo: CEXT 150 AIRCO Ltda	14 000 000	Inversión única
UAI3	Medidor de energía	Medidor trifásico de 4 hilos de 0 amp-100 amp	350 000	Inversión única
	Medidor de agua	De cobre	101 000	Inversión única
<b>CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</b>				
CR1	Material aislante de ruido	Material microporosa, diámetro de 6 cm y espesor de 6 mm.	500	Su inversión depende del desgaste del material. Costo para un compactador
CR2	Platones de plástico resistente	Polietileno 50 platones de distintos tamaños.	300 000	Inversión cada 4 años. Reemplazando la mitad de los existentes en el área de Materiales
<b>GENERACIÓN, APROPIACIÓN Y DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO AMBIENTAL</b>				
DCA	Charlas introductorias, material informativo y cursos de capacitación en torno a la temática ambiental	Cinco charlas a estudiantes	200 000	Inversión semestral

Elaboración propia

De ser posible la recolección de agua lluvia del techo del laboratorio, cuya área es de 804,261 m<sup>2</sup>, y del agua desperdiciada en el proceso de destilación se obtendría aproximadamente 26 m<sup>3</sup> en un día, siendo 20 m<sup>3</sup> provenientes del agua lluvia<sup>24</sup> y 6 m<sup>3</sup> del proceso de destilación; esta cantidad se recogería por cada día que funcione el destilador, el resto de días sería únicamente el agua lluvia. Por espacio y economía se propone un tanque de 6 m<sup>3</sup>; esta cantidad de agua sería suficiente para abastecer el laboratorio por todo el tiempo si se tienen periodos de lluvia diarios. El costo a pagar por consumo aproximado de agua en el laboratorio durante un semestre es de 93 840 pesos, de construirse

<sup>24</sup> Según la fórmula  $Q = C \times I \times A$  expuesta en el libro Instalaciones hidráulicas Sanitarias y de Gas en edificaciones. Se asume en promedio 15 minutos de lluvia al día con una intensidad de 0,0278 mm/s/m<sup>2</sup>.

el tanque en concreto que tiene un costo total de 2 500 000 pesos, se recuperaría la inversión en nueve años.

Reemplazando las actuales lámparas y bombillos por los ahorradores de energía habría una disminución en el consumo por iluminación de 1104 kw-hora al semestre, lo que representa un costo aproximado de 277 137 pesos; si el costo por reemplazar las lámparas es de 3 056 000 pesos, la inversión inicial se recuperaría en cuatro años.

## 8. SUGERENCIAS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN

### 8.1. ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Se propone el almacenamiento de los productos químicos siguiendo el sistema de clasificación establecido por la Comunidad Económica Europea, la cual es utilizada como complemento para el almacenamiento en laboratorios o bodegas y en el etiquetado de los frascos o contenedores. En la Tabla 24 se presenta la clasificación de las sustancias químicas que se encuentran en el laboratorio con su correspondiente pictograma.

**Tabla 24.** Clasificación de sustancias químicas de acuerdo a sus propiedades

PRODUCTOS QUIMICOS	PROPIEDADES	PICTOGRAMA
Glicerina	Irritante y nocivo	  <b>Xn</b> <b>Xi</b>
Acido bórico		
Alumina adsorción (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		
Azul de metileno		
Cloruro sódico		
Heptamolybdato de amonio		
Sulfato de magnesio		
Ácido muriático	Irritante y tóxico	  <b>Xi</b> <b>T</b>
Acido clorhídrico al 37 %	Corrosivo	 <b>C</b>
Ácido sulfúrico		
Hidróxido de sodio		
Peróxido		
Cobalto cloruroso (CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O)	Nocivo	 <b>Xn</b>
ACPM		
Bicromato de potasio (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )		
Diclorometano		
Tricloroetileno		
Alcohol	Inflamable	 <b>F</b>
Bencina de petróleo		
Éter de petróleo		
Gasolina		
Kerosene		

PRODUCTOS QUIMICOS	PROPIEDADES	PICTOGRAMA
N-heptano (CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> )	Inflamable	 <b>F</b>
N-pentano (CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> )		
Pentano		
Tolueno		
Xileno (C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> )		
Anilina (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> )	Tóxico	 <b>T</b>
Bromoformo		
Cloruro de bario (BaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O)		
Formaldehído (HCHO)		
Mercurio		
Carbonato sódico	Irritante	 <b>C</b>
Carburo de calcio		
Cloruro de calcio		
Silicato de sodio		
Sulfato de sodio		

Elaboración propia

Las sustancias en el laboratorio deben almacenarse de acuerdo a su compatibilidad, pues por su naturaleza y propiedades algunas pueden reaccionar en forma violenta y peligrosa cuando entran en contacto, por tanto de acuerdo con las sustancias químicas que se encuentran en el laboratorio no deben almacenarse juntas sustancias tóxicas con inflamables, mientras que las demás pueden almacenarse en un mismo lugar. Está área debe contar con las siguientes reglas y precauciones básicas<sup>25</sup>:

- ⊕ Los techos deberán estar diseñados de tal forma que no admitan el ingreso de aguas lluvias a las instalaciones, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de incendio.
- ⊕ Todos los recipientes deberán estar perfectamente etiquetados, las etiquetas aportan información básica a la hora de organizar el almacén.
- ⊕ El sitio de almacenamiento debe contar con una adecuada iluminación.

<sup>25</sup> MOSQUERA, Alvaro. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Guía de manejo para productos químicos y sus residuos. Santiago de Cali. 2005. Pág 26-27

- ⊕ Dentro del almacén debe figurar una nota con normas básicas de seguridad, teléfonos de urgencia, etc.
- ⊕ Todos los lugares de almacenamiento deben estar correctamente señalizados con las correspondientes señales de advertencia, obligación (utilización de equipos de protección personal) y de prohibición (acceso restringido, no fumar, etc).
- ⊕ Los productos especialmente peligrosos como sustancias tóxicas, por sus características particulares, deben almacenarse en lugares especialmente acondicionados con medidas de seguridad particulares y de acceso restringido.
- ⊕ Cuando se trata de sustancias inflamables, el almacén debe estar ubicado en un lugar fresco y contar con buena ventilación que evite acumulación de vapores.
- ⊕ El almacén de sustancias químicas no debe ser empleado como lugar de trabajo sino únicamente como zona de almacenamiento.
- ⊕ Las sustancias o sus residuos deben almacenarse separadamente de acuerdo a su compatibilidad.
- ⊕ Los productos inflamables se deben almacenar en armarios de seguridad o en salas de almacenamiento de resistencia al fuego adecuada y con medidas de protección (detección, extinción), evitando los contenedores de vidrio.
- ⊕ Los productos oxidantes deben ser almacenados alejados de sustancias inflamables y combustibles puesto que son comburentes.

## 8.2. PROPUESTA DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS

Se propone el tipo, capacidad y número de recipientes que se ajustan a la cantidad y naturaleza de los residuos generados en el laboratorio durante un semestre, los cuales se identifican con los colores propuestos en la Figura 6. La capacidad del recipiente se determinó tomando como referencia el peso máximo que puede cargar una persona, sin que ocasione un daño a su salud, el cual es de 20 Kg<sup>26</sup>. En las Tablas 25 y 26 se presenta la cantidad de recipientes que deben estar disponibles al semestre.

La evacuación de los residuos está planteada para realizarse una vez al semestre, exceptuando el residuo de gasolina sucia que por su composición amerita que sea retirada dos veces por semestre, con el fin de evitar el menor riesgo posible de explosión.

**Tabla 25.** Recipientes para el almacenamiento de residuos en el Laboratorio

RESIDUO	TIPO RECIPIENTE	MATERIAL	# DE RECIPIENTES	VOLUMEN RECIPIENTE (l)
Mezcla asfáltica	Costal	Polipropileno	27	Tipo C1 (*)
Gasolina sucia	Bidón	Plástico	2	20
Material contaminado	Envase	Plástico	1	80
	Bolsa	Plástico	1	-
Suelo	Costal	Polipropileno	16	Tipo C2 (*)
Agregado	Costal	Polipropileno	1	Tipo C2 (*)
Cemento fraguado	Costal	Polipropileno	2	Tipo C2 (*)
Carburo de calcio	Envase	Plástico	1	4
Asfalto sólido	Envase	Metálico	5	4
Emulsión asfáltica	Envase	Plástico	1	1
Gasolina sucia	Bidón	Plástico	1	24
Material contaminado	Caneca	Plástico	2	180
	Bolsa	Plástico	2	-
Materia orgánica	Envase	Plástico	1	8
Sulfatos	Caneca	Plástico	2	12
Agregado	Costal	Polipropileno	19	Tipo C1 (*)
Concreto triturado	Costal	Polipropileno	22	Tipo C1 (*)
Concreto (bloques y cilindros)	Espacio	Área mínima requerida: 1,28 m <sup>2</sup>		

Fuente: propia. (\*) Especificaciones presentadas en la Tabla 25.

<sup>26</sup> UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Manipulación manual de cargas [en línea] <[http://WWW.sprl.upv.es/IOP\\_ERGO\\_01.htm](http://WWW.sprl.upv.es/IOP_ERGO_01.htm)>

El espacio requerido para el almacenamiento corresponde a 4,4 m<sup>2</sup> para los residuos del área de materiales y 3,79 m<sup>2</sup> para los del área de suelos y pavimentos, aunque existe la posibilidad de reducir este espacio si se apilan los costales uno encima de otro.

**Tabla 26.** Especificaciones de los costales en el laboratorio

TIPO DE COSTALES	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	CANTIDAD TOTAL REQUERIDA	OBSERVACIONES
C1	35	39	68	Recipientes con manijas a los lados
C2	50	39	19	

Fuente: propia

### **Recomendaciones generales para el manejo de residuos**

- ⊕ El lugar de almacenamiento debe tener sistemas de ventilación, extintores (de polvo seco comprimido), suministros cercanos de agua y drenaje.
- ⊕ Los recipientes deben estar debidamente tapados y etiquetados.
- ⊕ Los residuos no deben eliminarse por el desagüe aunque sean en pequeñas cantidades.
- ⊕ No acumular residuos de ningún tipo en lugares diferentes a los destinados a este fin.
- ⊕ Los residuos peligrosos deben ser retirados por un gestor autorizado de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

## 9. RECOMENDACIONES

- ~ Con base en los resultados de consumo presentados en este trabajo para los recursos hídrico, energético y materiales e insumos, se recomienda modificar el cobro por la realización de ensayos en trabajos externos, adicionando el costo que implica el consumo de estos recursos y el correspondiente al manejo y disposición final de los residuos generados.
- ~ Suministrar los resultados del consumo de energía y el listado de equipos eléctricos de no uso al área de Equipos de la Universidad del Cauca, con el fin de que se actualicen los datos de porcentaje por carga instalada en el programa que genera el cobro por consumo de este recurso en cada una de las áreas del laboratorio.
- ~ Teniendo en cuenta las actividades que se realizan en el laboratorio como el ensayo de desgaste en máquina de los ángeles y la manipulación de cemento, es necesario realizar mediciones de material particulado en las dos áreas del laboratorio para evaluar el riesgo a la salud de los trabajadores por la exposición a este contaminante.

## CONCLUSIONES

Durante la revisión realizada a la instalación se encontró deficiencias en la planta física y condiciones de trabajo en el laboratorio tales como mala ventilación, conexiones eléctricas en mal estado, ausencia de extintores, medicamentos de botiquines caducados, mal almacenamiento de sustancias químicas, acumulación de equipos obsoletos o en mal estado y mala distribución de horarios para la realización de prácticas académicas.

La caracterización y cuantificación de los residuos permitió conocer que la cantidad de residuos peligrosos que se generan y que obligan un tratamiento especial es mínima comparada con la cantidad de residuos no peligrosos, cualidad que facilita su aprovechamiento mediante la reutilización como elementos decorativos, construcciones (p.e. muro de gaviones), reparaciones pequeñas (p.e. residuo de asfalto sólido como impermeabilizante) e investigaciones.

A partir de la identificación de las actividades que se llevan a cabo en el laboratorio se encontró que los aspectos ambientales que presentan mayor significancia son la generación de residuos, emisión de ruido y consumo de energía, de los cuales la generación de residuos es el único que no cumple con la normatividad aplicable, pues falta la implementación de procedimientos para su correcto almacenamiento y disposición final.

El plan de gestión ambiental brinda alternativas de solución a los aspectos ambientales encontrados, dando mayor énfasis a la gestión de residuos en cuanto a su minimización, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final, dando de esta forma cumplimiento a la normatividad; dichas alternativas son en su mayoría viables económicamente puesto que dependen principalmente de un cambio de actitud y de hábitos entre los docentes, Geotecnólogos, auxiliares y estudiantes; además de un mayor compromiso por parte de las directivas de la institución.

## BIBLIOGRAFIA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> edition. Washington DC. Leonore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton. 1998.

CASTRO Caicedo, María Elena. Informe ambiental en la Facultad de Ingeniería Civil.2004

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Análisis de los aspectos ambientales de una organización. [En línea] <<http://cnpl.org/html/archivos/GuíasDocumentos/GuíasDocumentos-ID8.PDF>> [visitado en: 27 de agosto de 2008]

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos. [En línea] <<http://cnpl.org/html/archivos-ponencias/ponencias-ID93.PDF>> [visitado en: 29 de agosto de 2008]

CORPORACION VALLE DEL CAUCA. Producción más limpia: metodología. Nueva industria: producción más limpia y competitividad. Santiago de Cali. CVC. 2003. Pág 1.

GAMBOA ROJAS, María del Mar. Formulación de un plan de manejo de aguas residuales para la empresa FRIESLAND Colombia S.A. Universidad del Cauca. Popayán, 2008,128 páginas. Trabajo de grado (Ingeniería Ambiental). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Ambiental.

GRANADA, Luis. Gestión ambiental: Filosofías, conceptos, instrumentos y herramientas. Primera edición. Santiago de Cali. Universidad libre de Colombia. 2005. Pág. 23-31. ISBN: 958-8079-83-7

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Sistema de Administración ambiental: Especificaciones con guía par su uso. Bogotá: Icontec, 1996. 38p (NTC-ISO 14001)

MACKENZIE, Davis; SUSAN J, Masten. Ingeniería y ciencias ambientales: Percepción evaluación y administración de riesgos, 1ª Edición, México: Mc Graw –Hill, 2004. 799 pag; ISBN: 970-10-4978-0.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Normatividad. [En línea] < [www. minambiente. gov. Co](http://www.minambiente.gov.co)>. [Visitado en: 20 de octubre de 2007]

MOSQUERA, Alvaro. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Guía de manejo para productos químicos y sus residuos. Santiago de Cali:CVC 2005. Pág 26-27

MUÑOZ HOYOS, Nestor Leonel. Apoyo en el diagnóstico final, diseño e implementación del plan de manejo de residuos sólidos no industriales y peligrosos en la empresa productora de papeles PROPAL S.A. planta 2-Caloto (Cauca). Universidad del Cauca. Popayán, 2007, 77 páginas. Trabajo de grado (Ingeniería Ambiental). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Ambiental.

PARDAVE, Libia. Embases y medio ambiente: embases plásticos y el medio ambiente. 1ª edición. Bucaramanga: Ecoe ediciones, 2003. 69 páginas. ISBN: 958-64-8360-6

PEREZ CARMONA, Rafael. Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones. 2ª edición. Santafé de Bogotá: Ed ASCOTPLO, 1997. Pág 29.

RED DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE COLOMBIA. Gestión. [En línea] <[www.rds.org.co/gestión/](http://www.rds.org.co/gestión/)> [visitado en: 2 de noviembre de 2007]

ROSÚA CAMPOS, José Luis. Gestión ambiental en la Universidad de Granada. En: SEMINARIO INTERNACIONAL UNIVERSIDAD Y AMBIENTE (2007: Santa Fé de Bogotá). Memorias del IV seminario internacional universidad y ambiente. Santa Fé de Bogotá: UDCA, 2007.

SALAMANCA M, Angélica. Foro gestión ambiental ordenamiento de campus universitario. En: SEMINARIO INTERNACIONAL UNIVERSIDAD Y AMBIENTE (2007: Santa Fé de Bogotá). Memorias del IV seminario internacional universidad y ambiente. Santa Fé de Bogotá: UDCA, 2007.

SOLÍS CARCAÑO, R. G. Riesgos en la salud de los trabajadores de la construcción. *Ingeniería Revista Académica* [en línea] 2006, 10 (002):[fecha de consulta: 03 de septiembre de 2007] Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=46710207>> ISSN 1665-529X

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Manipulación manual de cargas [en línea] <[http://www.sprl.upv.es/IOP\\_ERGO\\_01.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_ERGO_01.htm)>. [visitado en: 10 de septiembre de 2008]

WINKLER. Fichas de seguridad química winkler. [En línea] <<http://www.winklerltda.com/productos.php?.dt=1>> [visitado en: 3 de febrero de 2009]

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1.Plano Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos**

## ANEXO 2. Equipos de no uso

EQUIPO	MARCA	OBSERVACIONES
<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		
BEEN Pavimentos		No sirve. sin posibilidad de arreglo
Horno	DESPATCH	Dañado. Con opción de arreglo si se cambia tarjeta
Compactadores Marshall	SOILTEST	Dañado. Con posibilidad de arreglo,
Congelador	WESTELL	No sirve. sin posibilidad de arreglo
Horno		Con posibilidad de arreglo
Compactador de suelos	SOILTEST	Se usa pero muy poco, se prefiere usar el manual por exactitud
Compresión simple	SOILTEST	No sirve. sin posibilidad de arreglo
Balanza electrónica	OHAUS	No tiene buena aproximación. Está en buen estado
Baño María	SIGNATURE	No sirve. Sin posibilidad de arreglo. Muy antigua
Balanza	TORBAL	Muy antigua, pero funciona
Baño María	SOILTEST	No sirve. Sin posibilidad de arreglo
Balanzas		2 balanzas. No se usan por antigüedad
5 Gatos hidráulicos	NIKE	Dañados
Aparato de mezclas asfálticas	SOILTEST	Dañado
Taladro		Dañado
Densímetro nuclear	CNP Corporation	Dañado. Peligroso por radiación
Sismógrafo	S-B-E-L RM 908	Dañado
Estufa	HACEB	Dañada
Estufa de gasolina	COLEMAN	Sirve, pero no se usa
Compresor triaxial cíclico (verde)	CHAMPION	Sirve, pero no se usa
Compresor triaxial cíclico	Lincoln AC Motor	Está siendo arreglado
Volúmetro	SOILTEST	Dañado. Sirve para hallar volúmenes
Bombas para RICE	SOILTEST	Dañadas. Sin posibilidad de arreglo
Brocas de tomanúcleos		Hay 3 dañados
Tamizadora eléctrica	TONINDUSTRIE	Se usa de mostrario. Es antigua
Consolidómetro	SOILTEST	Están en buen estado, pero no se usan por antiguos
<b>LABORATORIO DE MATERIALES</b>		
Horno	CONTROLS	Sirve, pero no se usa, solo para demostración. No está calibrado
Horno	SCIENTIFIC	Dañado, importante reparar
Tamizadora mecánica	GILSON SCREEN	sirve, pero no se usa, hace mucho ruido
Maquina de compresión de concreto	SOILTEST	Tiene fugas de aceite, es muy antigua, e imprecisa
Horno	SOILTEST	Lleva muchos años dañado,
Estufa	HACEB	Dañada

**ANEXO 3.** Equipos eléctricos no cuantificados para el estudio

<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>
<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	
Taladro mecánico	BLACK & DECKER DRILL PRESS
Balanza electrónica	PETIT BALANCE
Dispersador	HUMBOLDT
Plancha vibratoria	SOILTEST SYNTRON PACKER
Compactador Giratorio	TROXLER
Rotavapor	BÜCHI
Ventilador	HOOVER
Triaxial noruego	SOILTEST
Esmerin	TOYANG
Extractor de asfaltos	SOILTEST, INC
Extractores de aire	
Prensa Marshall	SOILTEST
Lámparas de Mercurio	
computador	EPXON
Nevera	HACEB
<b>LABORATORIO DE MATERIALES</b>	
Maquina de compresión de concreto	FORM+TEST SEIDNER
Resistencia con un termostato	HUMBOLDT
Computador	
motor	THOMAS
Bomba de vacio	SOILTEST
Tamizadora eléctrica	CEINCO MEINZER
Mezcladora de morteros de concreto	HEAVY DUTY
Radio	
Extractores de aire	
Lámparas de Mercurio	
Maquina de compresión indicador digital	SPX POWER TEAM

## ANEXO 4. Materiales e insumos químicos usados en las prácticas académicas

### A.4.1. Laboratorio de mecánica de suelos II (Geotecnología)

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	CANTIDAD (kg)	# DE COMISIONES	TOTAL (kg)
1	Expansión de suelos. Potencial expansivo. Índice de Seed.	E-120, E-173	Suelo	0,4	3	1,2
2	Capilaridad y licuación de suelos. Identificación de suelos dispersivos.		Arena	4,0	3	12,0
			Suelo	2,0	3	6,0
3	Permeabilidad de suelos. Cabeza constante, cabeza variable. Ensayo de percolación de campo.	E-130	Arena	6,5	3	19,5
4	Ensayo de consolidación.	E-151	Suelo	0,3	3	0,9
5	Ensayo de consolidación. Calculos. Determinación de succión utilizando papel filtro.	E-151 E-159	Suelo	0,3	3	0,9
6	Método para medir el potencial de asentamiento o expansión unidimensional de suelos cohesivos.	E-173	Suelo	0,3	3	0,9
7	Corte directo en arenas	E-154	Arena	0,5	3	1,5
8	Corte directo en suelos finos	E-154	Suelo	0,2	3	0,6
9	Compresión simple y prueba de la veleta	E-152 E-170	Suelo	0,4	3	1,2
10	Prueba triaxial CU. Midiendo presión de poros	E-153	Suelo	0,5	3	1,5
11	Prueba triaxial. Prueba en muestras previamente saturadas.	E-153	Suelo	0,5	3	1,5
12	P.T En arenas	E-153	Suelo	0,6	3	1,8

### A.4.2. Laboratorio de pavimentos II (Geotecnología)

MATERIA PRIMA	UNIDADES	CANTIDAD
Cemento asfáltico	kg	39,11
Gasolina	l	11,36
Aceite	l	0,25
Emulsión asfáltica	l	5,68
Agregados	m <sup>3</sup>	0,50
Kerosene	l	1,00
Cloruro de calcio	kg	0,01

### A.4.3. Práctica investigativa de pavimentos (Geotecnología)

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	# DE COMISIONES	TOTAL
1	Ensayo normal de compactación	E-141	Suelo	kg	2,5	3	7,5
2	Ensayo modificado de compactación	E-142	Suelo	kg	25,0	3	75,0
3	Relación de soporte de suelos, CBR, en el laboratorio. (suelos gruesos)	E-148	Suelo	kg	35,0	3	105,0
4	Relación de soporte de suelos, CBR, en el laboratorio. (suelos finos)	E-148	Suelo	kg	60,0	3	180,0
5	Relación de soporte de suelos, CBR, en el laboratorio. (suelos finos) continuación	E-148					
6	Preparación de los agregados para el diseño de mezcla en caliente, método Marshall. Ensayos previos a los materiales, gravedades de sólidos, gravedad de cemento asfáltico y curva; viscosidad Vs T°. Elaboración de briquetas de ajuste y medición de la gravedad máxima teórica de una mezcla	E-748 E-128 E-222 E-223 E-707 E-717 E-737	Cemento asfáltico	kg	0,3	3	0,8
			Gasolina	l	0,4	3	1,2
			Parafina	kg	0,1	3	0,2
7	Pruebas de adherencia: Stripping. Adherencia en agregados finos (Riedel Weber). Ensayo de adherencia en bandeja. Ensayo en placa Vialit.	E-337 E-774 E-740 E-775	Asfalto	kg	0,8	3	2,5
			Agregado	kg	6,0		18,0
8	Diseño Marshall. Elaboración de especímenes con los diferentes porcentajes de asfalto y medición de la gravedad específica máx teórica para cada mezcla fabricada.	E-748 E-737	Cemento asfáltico	l	0,5	3	1,5
9			Gasolina	l	0,4		1,2
10	Diseño Marshall. Medición de espesores de gravedad bula y prueba de estabilidad y flujo a los especímenes compactados.	E-748 E-733 E-734 E-744	Agregado	kg	1,2	3	3,6

#### A.4.4. Práctica investigativa de materiales (Geotecnología)

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	# DE COMISIONES	TOTAL
1	Granulometría.	E-213	Agregado	kg	3,7	4	15,0
			Gasolina	l	0,2		0,8
2	Gravedad específica y absorción de agregado fino. Gravedad específica y absorción de agregado grueso.	E-222 E-223	Agregado	kg	3,7	4	15,0
3	Punto equivalente de arena.	E-133	Agregado	kg	0,7	4	3,0
			Hidroxido de sodio 3%	l	0,2		1,0
4	Desgaste en la máquina de los Angeles. Sanidad de los agregados frente a la acción de soluciones de sulfato de sodio y magnesio (solidez) primera parte.	E-218 E-219 E-220	Agregado	kg	3,7	4	15,0
			Glicerina	kg	0,2		1,0
			Formol	kg	0,006		0,024
			Cloruro de Calcio	kg	0,05		0,2
			Sulfato de sodio	kg	1,87		7,5
5	Sanidad segunda parte. Angularidad de las arenas (vacíos en el agregado fino no compactado). Caras fracturadas.	E-220 E-239 E-227	Agregado	kg	2,5	4	10,0
6	Indice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras.	E-230	Agregado	kg	2,5	4	10,0
7	Gravedad específica de productos asfálticos.	E-701 E-707	Cemento asfáltico	kg	1,0	4	4,0
			Kerosene	l	0,25		1,0
			Cemento	kg	0,08		0,34
			Gasolina	l	0,7		3,0
			Papel higiénico	kg	0,055		0,2
			Papel bond	kg	0,5		2,0
8	Penetración. Punto de ablandamiento.	E-706 E-712	Cemento asfáltico	kg	0,4	4	1,7
			Gasolina	l	0,55		2,2
			Papel higiénico	kg	0,01		0,04
			Papel Bond	kg	0,05		0,2
			Alcohol	l	0,005		0,02
			Pila	unidad	1,0		1,0
9	Viscosidad Saybolt Furol. Viscosidad en el viscosímetro rotacional.	E-714 E-716 E-715 E-717	Cemento asfáltico	kg	0,02	4	0,08

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	# DE COMISIONES	TOTAL
9	Viscosidad Saybolt Furol. Viscosidad en el viscosímetro rotacional.	E-714 E-716 E-715 E-717	Asfalto líquido	kg	0,5	4	2,0
			Aceite mineral	l	37,9		151,5
			Papel higiénico	kg	0,2		0,8
			Gasolina	l	2		8
10	Ensayo al horno de película delgada.	E-720 E-721	Cemento asfáltico	kg	0,6	4	2,4
			Gasolina	l	0,25		1
			Lija	Pliego	0,4		1,6
			Papel higiénico	kg	0,02		0,07
11	Destilación de emulsiones asfálticas.	E-763 E-762	Cemento asfáltico	kg	1,25	4	5
			Gasolina	l	1,8		7,4
			Kerosene	l	0,3		1,2
			Papel higiénico	kg	0,1		0,4
12	Gravedad específica de emulsiones asfálticas.	E-714 E-715 NLT-133	Kerosene	l	0,4	4	1,6
			Emulsión asfáltica	l	0,125		0,5
			Gasolina	l	1,5		6,0
			Papel higiénico	kg	0,15		0,6
			Papel Bond	kg	1,0		4,0
13	Densidad en maderas y humedades. Compresión paralela. Compresión perpendicular. Corte en maderas.	NORMA NTC	Madera	cm <sup>3</sup>	4 375,0	4	17500
			Mercurio	cm <sup>3</sup>	200,0	4	800,0

#### A.4.5. Laboratorio de mecánica de suelos (Ingeniería Civil)

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	# DE COMISIONES	TOTAL
1	Exploración y muestreo. Método manual	E-101 E-102 E-105 E-112	Práctica de campo	-	0	5	0
2	Peso específico y pesos unitarios	E-128 ASTM-D2937 - 71	Suelo	kg	0,25	5	1,25
3	Densidad relativa, relaciones volumétricas y gavimétricas	E-136 E-146	Arena	kg	6,0	5	30,0
			Agregado	kg	1,2		6,0
4	Límites de consistencia	E-125 E-126 E-127	Suelo	kg	0,2	5	1,0
5	Identificación de suelos en el campo	E-102 E-235	Suelo	kg	0,4	5	2,0
6	Expansión de suelos. Prueba de Lamb (P.V.C) y prueba de Seed	E-120	Suelo	kg	0,3	5	1,5
7	Permeabilidad con permeámetros de cabeza constante y cabeza variable. Prueba situ	E-130	Arena	kg	1,5	5	7,5
8	Capilaridad y licuación de suelos		Arena	kg	1,5	5	7,5
9	Exploración y muestreo método mecánico. Prueba de penetración estándar	E-110 E-111	Gasolina	l	3,9	5	18,9
10	Consolidación	E-151	Suelo	kg	0,15	5	0,75
11	Corte directo en suelos finos y suelos gruesos. Prueba de la veleta de campo	E-150 E-154 E-170	Suelo	kg	0,15	5	0,75
			Arena	kg	0,15		0,75
12	Compresión simple y compresión triaxial	E-152 E-153	Suelo	kg	0,5	5	2,5

#### A.4.6. Laboratorio de pavimentos (Ingeniería Civil)

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	# DE COMISIONES	TOTAL
1	Humedad de suelo: Horno-Speedy	E-122 D2216 E-141	Suelo	kg	0,5	5	2,6
			Carburo de calcio	kg	0,2		1,2
2	Compactación proctor estándar	E-141 D-698	Suelo	kg	2,5	5	12,5
3	Compactación proctor modificado	E-142 D1557	Suelo	kg	25,0	5	125,0
4	Compactación Harvard miniatura	T-180 T-272	Suelo	kg	0,7	5	3,7
5	Densidad en el terreno: cono de arena-volumétrico- densímetro nuclear	E-161 D1556 E-162 D2167 E-164 T238	Membrana latex	Unidad	1,0	5	5,0
6	CBR en suelos gruesos	E-148 D1883 T193	Suelo	kg	35,0	5	175,0
7	CBR en suelos finos	E-148 D1883 T193	Suelo	kg	60,0	5	300,0
8	CBR inalterado – Penetrómetro dinámico de cono	E-169 D4429 T222	Suelo	kg	7,0	5	35,0
9	Prueba de placa sin repetición de carga	E-168	No se utilizan	-	0,0	5	0,0
10	Adherencia agregado-Asfalto: Stripping- grado de cubrimiento, bandeja, Riedel –Weber, Placa vialit	E-737 D1664 T182 E-739 D2489 T195 E-740 E-774 NLT355 E-775	Gasolina	l	1	5	5,0
			Arena	kg	0,03		0,15
			Glicerina	l	0,6		3,0
			Cloruro de sodio	kg	0,03		0,15
			Carbonato sódico	kg	0,02		0,1
			Cemento asfáltico	kg	0,5		2,5
			Emulsión asfáltica	kg	0,5		2,5
			Agregado	kg	2,0		10,0
11	Diseño Marshall (1ª parte)-Extracción (contenido de asfalto en mezclas)	E-748 D1559 T209	Cemento asfáltico	kg	0,3	5	1,5
			Agregado	kg	3,0		15
			Gasolina	l	3,0		15
			Aceite	l	0,1		0,5
			Mezcla asfáltica	kg	2,0		10,0
12	Diseño Marshall (2ª parte)-Densidad máxima teórica de mezclas asfálticas	E-748 D1559 T209	No se utilizan	–	0	5	0
13	Textura, método de círculo de arena – Resistencia al deslizamiento –Método TRL Medida de deflexiones con viga Benkelman	E-791 E-792 DE303 E-795	No se utilizan	–	0	5	0

#### A.4.7. Laboratorio de materiales I (Ingeniería Civil)

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	# DE COMISIONES	TOTAL
1	Toma de muestras. Análisis granulométrico	NTC 129, NTC 77-78	Agregado	kg	0,09	7	0,64
2	Densidad de agregados finos	NTC 237	No se utilizan	-	0	7	0
3	Densidad de agregados gruesos. Masa unitaria suelta y compacta	NTC 176, NTC 92	No se utilizan	-	0	7	0
4	Materia orgánica. Equivalente de arena	NTC 127, E-133	Cloruro de calcio	kg	0,01	7	0,08
			Glicerina	kg	0,05		0,38
			Formol	l	0,0005		0,0035
			Hidróxido de sodio	kg	0,012		0,084
			Arena	kg	0,74		5,18
5	Desagaste. Solidez. Caras fracturadas en los agregados.	NTC 93-98, NTC 126, E-227	Agregado	kg	7,80	7	54,60
			Sulfato de magnesio	kg	1,20		8,40
6	Sólidez (resultados finales). Forma de partículas. Partículas largas y planas SUPERPAVE.	NTC 126, NTC 174-NLT 354, ASTM D4791-89	No se utilizan	l	0	7	0
7	Taller de dosificación de agregados		No se utilizan	-	0	7	0
8	Peso específico del cemento asfáltico. Penetración. Viscosidad absoluta.	NLT 122, NLT 124. E-716	Asfalto	kg	0,28	7	1,96
			Gasolina	l	0,65		4,55
			Papel higiénico	kg	0,016		0,11
			Papel Bond	kg	0,011		0,077
			Cinta teflón	m	1,00		7,00
			Alcohol	l	0,001		0,007
9	Punto de ablandamiento. Ductilidad. Película delgada	NLT 125, NLT 126, NLT 185	Asfalto	kg	0,224	7	1,568
			Gasolina	l	0,08		0,56
			Papel higiénico	kg	0,0035		0,024
			Glicerina	kg	0,016		0,11
			Dextrina	kg	0,016		0,11
			Lija	Pliego	0,12		0,87

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	# DE COMISIONES	TOTAL
10	Peso específico de asfaltos líquidos. Viscosidad furol. Destilación.	NLT 122, NLT 133, NLT 134	Asfalto	kg	0,37	7	2,62
			Gasolina	l	0,80		5,63
			Kerosene	l	0,05		0,38
			Papel higiénico	kg	0,08		0,57
			Papel Bond	kg	0,10		0,70
			Aceite mineral	l	1,08		7,56
11	Peso específico de emulsiones asfálticas. Viscosidad furol. Destilación.	NLT 122, NLT 138, NLT 139	Emulsión asfáltica	kg	0,38	7	2,63
			Gasolina	l	1,30		9,10
			Kerosene	l	0,08		0,56
			Papel higiénico	kg	0,09		0,63
			Papel Bond	kg	0,20		1,40
			Lija	Pliego	0,50		3,50
12	Carga de glóbulos de asfalto. PH. Tamizado. Sedimentación.	NLT 194, NLT 195, NLT 145, NLT 140	Emulsión asfáltica	kg	2,40	7	16,80
			Gasolina	l	2,30		16,10
			Papel higiénico	kg	0,33		2,32
			Papel Bond	kg	0,02		0,14

#### A.4.8. Laboratorio de materiales II

#	TEMA	NORMA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	# DE COMISIONES	TOTAL
1	Nomenclatura, especificaciones, toma de muestra, peso específico del cemento	NTC 30-31 NTC 121-321 NTC 108 NTC221	Kerosene	l	0,25	5	1,25
			Cemento	kg	0,08	5	0,42
2	Finura (tamiz No 200), finura por Blaine, pasta de consistencia normal	NTC226 NTC33 NTC110	Cemento	kg	1,00	5	5,00
3	Falso fraguado, tiempo fraguado, mezcla mecánica, fluidez de morteros	NTC297 NTC118 NTC112 NTC111	Cemento	kg	1,70	5	8,50
			Arena	kg	0,60	5	3,00
4	Preparación de morteros y toma de muestras para ensayos de resistencia	NTC112-120 NTC119-220	No se utilizan	–	0	5	0
5	Ensayos de resistencia a compresión, tensión y flexión de morteros	NTC220-119-120	No se utilizan	–	0	5	0
6	Toma de muestras de hormigón fresco. Ensayo de asentamiento con el cono elaboración de cilindros y vigas. Curado de las muestras (mezclado mecánico-sin aditivos)	NTC545 NTC396 NTC550 NTC1377	Cemento	kg	5,14	5	25,70
			Arena	kg	15,60		78,00
			Agregado	kg	15,60		78,00
7	Uso de aditivos: superplastificante. Ensayo de asentamiento y elaboración de cilindros. Peso unitario del concreto fresco (mezclado manual)	NTC1926	Cemento	kg	5,14	5	25,70
			Arena	kg	15,60		78,00
			Agregado	kg	15,60		78,00
			Aditivo para concreto	kg	0,15		0,76
8	Ensayos de resistencia a compresión, tracción indirecta y flexión refrentado del concreto	NTC673-722 ASTM C31 /69	Azufre	kg	0,08	5	0,40
9	Determinación del módulo de elasticidad del concreto y velocidad de onda. Uso del esclerómetro	C78/64 NTC504	No se utilizan	l	0	5	0
10	Práctica de dosificación de mezclas de concreto y de mortero	NTC4025	Cemento	kg	14,30	5	71,50
			Arena	kg	42,86		214,30
			Agregado	kg	42,86		214,30
			Aditivo concreto	kg	0,63		3,16
11	Maderas: Densidad, compresión paralela y perpendicular, flexión, corte y tensión	NTC290-784-785	Mercurio	cm <sup>3</sup>	200,00	5	1 000
			Madera	cm <sup>3</sup>	1 352		6 760
12	Ladrillos cerámicos: compresión flexión, absorción, peso unitario y tasa inicial de absorción	NTC4017	Azufre	kg	0,02	5	0,10
			Ladrillo	cm <sup>3</sup>	4 620		23 100

## ANEXO 5. Identificación de aspectos ambientales

### A.5.1. Análisis de entradas y salidas

ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS		
TIPO	CANTIDAD		TIPO	CANTIDAD	% <sup>27</sup>
<b>MATERIAS PRIMAS (kg)</b>			<b>RESIDUOS (kg)</b>		
Agregado	853,71	Elaboración de concreto y briquetas asfálticas	Concreto	3954,3	80
			Mezcla asfáltica	500,8	94
			Agregado	259,9	90
Materiales asfálticos	104,64	Elaboración de briquetas asfálticas y ensayos con materiales bituminosos	Mezcla asfáltica	500,8	6
			Gasolina sucia	91,6	10
			Material contaminado	64,9	15
			Asfalto sólido	17,1	97,99
			Emulsión asfáltica	1,0	60
Suelo	1117,60	Ensayos práctica de mecánica de suelos	Suelo	469,2	100
<b>INSUMOS (kg)</b>			<b>RESIDUOS (kg)</b>		
Lubricantes	152,74	Lubricación de moldes y equipos (aceite mineral, vaselina y glicerina)	Asfalto sólido	17,1	0,01
			Emulsión asfáltica	1,0	0,0002
			Gasolina sucia	91,6	0,018
Solventes orgánicos	189,76	Limpieza de instrumentos y equipos	Material contaminado	64,9	10
			Gasolina sucia	91,6	89,9
			Asfalto sólido	17,1	2
			Agregado	259,9	8
Sulfatos	74,70	Ensayo resistencia a sulfatos-solidez	Agregado	259,9	2
			Sulfatos	30,8	98
Papel	18,12	Limpieza de instrumentos y equipos	Material contaminado	64,9	75
			Material limpio	2,0	100
Cemento	137,16	Elaboración de concreto y ensayo falso fraguado	Concreto	3 954,3	20
			Cemento	41,6	80
<b>ENERGÍA (kw-h)</b>			<b>CONSUMO (kw-h)</b>		
Eléctrica	6 186,03	Funcionamiento de equipos e iluminación	Calor	3 192,04	51,6
			Luz	2 882,40	46,6
			Trabajo	111,59	1,8
<b>AGUA (m<sup>3</sup>)</b>			<b>VERTIMIENTO (m<sup>3</sup>)</b>		
Agua	61,94	Lavado de implementos, lavado de agregado, llenado de tanques y destilación	Agua residual	57,96	93,6

<sup>27</sup> Ejemplo: en 3954,3 kg de residuo de concreto, el 80% corresponde a la materia prima agregado

### A.5.2. Análisis de insumos químicos

QUIMICO	CANT	USO	PROCESO Y DISPOSICIÓN	Toxico	Irritante	Corrosivo	Metales pesados	Inflamable	Explosivo	Nocivo
Aceite hidráulico	56,20 l	SI	Lubricación de equipos hidráulicos							
Aceite mineral	4,50 l	SI	Hallar densidades. Se usa en el viscosímetro capilar y para aceitar moldes.							
Aceite naftenico	3,79 l	NO								
Aceite para motor	3,79 l	SI	Para máquina de SAE 140 tomanúcleos							
Acido bórico	0,75 kg	NO			X					X
Acido clorhídrico al 37%	2,94 l	SI	Limpieza			X				
Ácido muriático	3,79 l	SI	Desmanchador. limpieza	X	X					
Ácido sulfúrico	3,50 l	SI	Investigaciones. Muy poco			X				
ACPM	37,85 l	SI	Limpieza de equipos							
Alcohol	2,85 l	SI	Limpieza de equipos					X		
Alumina adsorción (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,80 kg	NO			X					X
Anilina (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> )	0,27 l	NO		X						
Azufre	130 kg	SI	Ensayos de resistencia							
Azul de metileno	0,15 kg	SI	Identificación de la cantidad de material		X					X
Bencina de petróleo	0,20 l	NO						X		
Bicromato de potasio (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	1,50 kg	SI	Solución patrón. Ensayo contenido de materia orgánica. Floculante.		X					X
Bisulfato de sodio monohidratado (NaHSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O)	1,10 kg	SI								
Bromoformo	0,20 l	NO		x						
Carbonato sódico	0,50 l	SI	Ensayo rider wedder. Para medir adherencias.		X					
Carburo de calcio	1,00 kg	SI	Para humedades en materiales petreos, suelos y gravas. Método de Speedy.		X					
Cloruro de bario (BaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O)	2,95 kg	SI		X						
Cloruro de calcio	6,30 kg	SI	Ensayo equivalente de arena.		X					
Cloruro Metileno	0,94 l	SI	Se recupera							X
Cloruro sódico	0,77 kg	SI	Ensayo rider wedder. Para medir adherencias.		X					X
Cobalto cloruroso (CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O)	0,60 kg	NO								X

QUIMICO	CANT	USO	PROCESO Y DISPOSICIÓN	Toxico	Irritante	Corrosivo	Metales pesados	Inflamable	Explosivo	Nocivo
Dextrina (C6H10O5)n	1,00 kg	SI								
Diclorometano	0,03 l	NO	Recuperación de asfaltos. (ya no se usa)							X
Eter de petroleo	0,10 l	SI	Investigación					X		
Formaldehído (HCHO)	20,72 l	SI	Equivalente de arena	X						
Gasolina	0	SI	Limpieza					X		
Glicerina	52,15 l	SI	Prueba rider wedder. Para preparar solución Stock. Ensayo equivalente de arena.		X					X
Heptamolybdato de amonio	0,20 kg	NO			X					X
Hidróxido de sodio	2,43 kg	SI	Equivalente de materia orgánica			X				
Kerosene	18,94 l	SI						X		
Mercurio	6,90 kg	SI	Ensayo de contracción de suelos.				X			
N-heptano (CH3(CH2)5CH3)	1,19 l	SI	Investigaciones					X		
N-pentano (CH3(CH2)3CH3)	0,58 l	SI	( ya no se usa)					X		
Parafina	11,36 l	SI	En briquetas de pavimentos.							
Pentano	6,70 l	SI	( ya no se usa)					X		
Peróxido	0,11 l	NO				X				
Silicato de sodio	0,05 kg	NO			X					
Soda cáustica	11,37 l	NO								
Sodio esametafosfato	0,37 kg	SI	Prueba de hidrómetro. Granulometría.							
Sol buffer pH 2	1,00 l		Calibrar pH	X	X			X		
Sol buffer pH 4	0,60 l			X	X					
Sol buffer pH 7	0,50 l			X	X					
Sulfato de aluminio	0,10 kg	SI								
Sulfato de magnesio		SI	Resistencia a sulfatos-solidez		X					X
Sulfato de sodio			Resistencia a sulfatos-solidez		X					
Tolueno	0,09 l	SI						X		
Tricloroetileno	2,30 l	SI	Recuperación de asfaltos ( ya no se usa)							X
Vaselina		SI	Impermeabilizante. Lubricar moldes.							
Xileno (C8H10)	0,70 l	SI	Investigaciones					X		X
Xilol	2,49 l	SI	Investigaciones					X		
Xylene (CH8H10)	0,95 l	SI	Investigaciones					X		X
Xylenes (C5H4(CH3)2)	0,25 l	SI	Investigaciones					X		

### A.5.3. Análisis de incidentes y accidentes

EVENTO	QUÉ LO GENERÓ	ACCIONES TOMADAS
Incendio	Explosión de un mechero	Ninguna
Incendio	Por error operativo	Cambio de lavadero
Explosión	Por calentamiento de asfalto para destilación. Contacto de asfalto y agua	Ninguna
Explosión	Durante calentamiento de asfalto con agua, se explotó el termómetro	Ninguna
Quemadura	Sucedido a una estudiante durante calentamiento de asfalto.	Prevención / cautela
Fuga de gas	La manguera no se encontraba bien sujeta. No tenía abrazadera	Colocar anillos que permitan el ajuste de la manguera y dejar por cada pipa de gas una conexión.

Los eventos presentados en la tabla, son situaciones que han vivido los operarios del laboratorio en los últimos quince años, por lo tanto no tienen una periodicidad definida.

## ANEXO 6. Matriz de prioridades

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIO AFECTADO					SITUACIÓN					ACCIÓN		IMPACTO		FRECUENCIA					PROBABILIDAD				CANTIDAD			PELIGROSIDAD			SEVERIDAD					ALCANCE			REVERSIBILIDAD		LEGISLACIÓN APLICABLE			TOTAL			
		W	A	S	T	O	N	A	I	E	D	I	+	-	A	M	S	D	C	P	P	B	S	E	1	2	3	1	2	3	B	M	M	A	M	A	L	Z	G	R	I	N	E		E	C	E
Materias primas e insumos	Emisión de vapores y material particulado		X		X				X		X		X		2						3				X			X					4		1								2			48	
	Disminución de recursos renovables y no renovables					X		X		X		X		X				5			2				X			X					4		2							1			1		
Electricidad	Consumo de recurso proveniente de fuentes renovables					X		X		X		X		X				5			3			X		X				2				2									2			120	
Agua	Consumo de recursos naturales	X						X		X		X		X				5			3			X		X				2				2									2			120	
Ruido	Efectos psicosociales y sobre la salud del trabajador				X		X		X		X		X				4				3			X		X						4		1										2			96
	Contaminación del aire		X				X		X		X		X				4		1					X		X			1				1												2		
Vertimientos	Contaminación de ríos	X					X		X		X		X				4			2				X		X						4		2										2			128
Residuos	Contaminación de suelos			X		X		X		X		X		X				5			3			X		X						4		2										3			360
	Alteración paisajística				X		X		X		X		X				3				3			X		X				2			1												3		

PRIORIDAD 117,3

**ANEXO 7. Formato identificación de entradas y salidas**



UNIVERSIDAD  
DEL CAUCA

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
FORMATO DE CONTROL DE ENTRADAS Y SALIDAS – PGA**

ÁREA: _____					PRÁCTICA ACADÉMICA _____					
FECHA _____					TRABAJO INVESTIGATIVO _____					
NOMBRE DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA: _____					RESPONSABLE: _____					
<b>INFORMACIÓN DEL ENSAYO</b>	NOMBRE DEL ENSAYO O ENSAYOS							NÚMERO DE ENSAYOS		
<b>MATERIALES E INSUMOS QUÍMICOS</b>	NOMBRE			UNIDAD	CANTIDAD		REUTILIZACIÓN			
							SI	NO	CANTIDAD	
<b>USO DEL AGUA</b>	LAVADO DE MATERIAL AGREGADO: _____ LIMPIEZA DE IMPLEMENTOS DE TRABAJO _____ ELABORACIÓN DEL ENSAYO _____ OTROS _____ CUAL: _____				<b>USO DE ENERGÍA</b>	NOMBRE DEL EQUIPO ELÉCTRICO		TIEMPO DE USO		
<b>RESIDUOS</b>	RESIDUO	CANTIDAD	RECICLAJE			RESIDUO	CANTIDAD	RECICLAJE		
			SI	NO	CANTIDAD			SI	NO	CANTIDAD
	Asfalto					Material contaminado				
	Gasolina sucia					Concreto				
	Mezcla asfáltica					Mezcla materia orgánica				
	Agregado					Sulfatos				
	Emulsión asfáltica					Otro:				
Suelo					Otro:					



**ANEXO 9.** Formato identificación de incidentes de relevancia ambiental

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
FORMATO DE CONTROL DE INCIDENTES DE RELEVANCIA AMBIENTAL**



UNIVERSIDAD  
DEL CAUCA

EVENTO	FECHA	IMPACTO AMBIENTAL GENERADO	ACCIONES TOMADAS

**ANEXO 10.** Formato de evaluación de aspectos ambientales

**A.10.1.** Formato método ABC

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
FORMATO DE CLASIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS  
AMBIENTALES –MÉTODO ABC**



UNIVERSIDAD  
DEL CAUCA

EVALUACION DE LA SIGNIFICANCIA AMBIENTAL			
AREA:			
ASPECTOS	CANTIDAD	EVALUACION	ARGUMENTACION
ENTRADAS			
Materias primas e insumos			
Electricidad			
Agua			
SALIDAS			
Ruido			
Vertimientos			
Residuos			
INCIDENTES			
DICTAMEN GENERAL			
Criterios empleados para la evaluación:		Puntaje de evaluación: A. Gran impacto B. Impacto medio C. Impacto bajo - No existe impacto	



## ANEXO 11. Registros fotográficos



FOTO1. Registro consumo de energía



FOTO 2. Tanque de curado de cilindros de concreto



FOTO 3. Máquina de los Ángeles



FOTO 4. Tamizado



FOTO 5. Almacenamiento de insumos qcos



FOTO 6. Almacenamiento de insumos qcos



FOTO 7. Pesaje de residuos



FOTO 8. Almacenamiento de residuos



FOTO 9. Almacén del área de Suelos y Pavimentos



FOTO 10. Zona de asfaltos en el área de Materiales



FOTO 11. Reunión con Geotecnólogos y auxiliares del laboratorio



FOTO 12. Reunión con docentes del Departamento de Geotecnia