

Recibido: 16 / 8 / 2008, aceptado en versión final: 3 / 9 / 2008

## Impactos ambientales significativos, generados por las actividades del laboratorio del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Generated significant environmental impacts for the activities of the laboratory of the ministry of transports and communications

Florencia Esther Nieto Farina\*

---

### RESUMEN

El presente trabajo permite identificar y conocer los impactos ambientales significativos, generados por las actividades de laboratorio desarrolladas en el Departamento de Laboratorio de la Oficina de Apoyo Tecnológico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; a través de la descripción de los procesos y actividades desarrolladas en las siete (07) unidades (áreas) de laboratorio que lo conforman; la identificación de los aspectos ambientales significativos asociados a los procesos y actividades de cada unidad y la jerarquización de los impactos ambientales significativos, para, de este modo, seleccionar y/o proponer medidas de control y/o minimización de los impactos identificados como significativos.

**Palabras clave:** Impacto ambiental significativo, aspecto ambiental significativo, control y/o minimización de impactos.

### ABSTRACT

The present work allows to identify and to know the significant environmental impacts generated by the laboratory activities developed in the Department of Laboratory of the Office of Technological Support of the Ministry of Transports and Communications; through the description of the processes and activities developed in seven (07) units (areas) of laboratory that they conform it; the identification of the significant environmental aspects associated to the processes and activities of each unit and the hierarchization of the significant environmental impacts, to this way to select y/o to propose measures of control y/o minimización of the identified impacts as significant.

**Keywords:** Impact environmental significant, significant environmental aspect, control y/o minimización of impacts.

### I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de actividades económicas desarrolladas por el hombre para aprovechar y transformar los recursos naturales, generan una serie de procesos industriales que provocan efectos e impactos ambientales sobre el medioambiente, la salud y el bienestar de las personas.

El conocimiento de los procesos ligados a la actividad principal permite identificar los problemas ambienta-

les, asociados a los productos, materiales y reactivos utilizados, además de los residuos resultantes.

Para el caso de las actividades desarrolladas en un laboratorio de ensayo se presentan características particulares de diversos agentes contaminantes (residuos de materiales ensayados y de reactivos utilizados en procesos), los cuales son vertidos al desagüe (en algunos casos sin ningún tratamiento), incorporados al aire (partículas y gases emitidos en procesos) o al

\* Diplomado en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible. Unidad de Postgrado Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.  
E-mail: florenciatarina2002@yahoo.es / florenciatarina2002@gmail.com

suelo, si bien a una escala mucho menor que a nivel industrial, no por ello menos perjudiciales para el medioambiente y la salud.

El Departamento de Laboratorio de la Oficina de Apoyo Tecnológico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, presta servicios de ensayos relacionados al control de calidad de los materiales empleados en la ingeniería vial, tales como asfalto, suelos y agregados, cal, pintura, cemento, agua y mezclas de materiales (mezclas asfálticas, concreto de cemento pórtland).

En la atención y desarrollo de estos servicios en las instalaciones de cada unidad de laboratorio se ha identificado una serie de aspectos e impactos ambientales generados por los procesos y actividades efectuados, los que incluyen la contaminación del aire, contaminación del agua, contaminación del suelo, consumo de recursos y potenciales incidentes/accidentes.

La identificación y posterior jerarquización (priorización) de estos impactos, como primer paso por parte de la organización permite presentar algunas medidas de control y/o minimización inmediatas de estos impactos, con miras a considerar a mediano o largo plazo la implementación de un sistema de gestión ambiental y/o de gestión integrado en que el compromiso de la organización esté basado en un enfoque de prevención de la contaminación.

## II. ANTECEDENTES

Entre los antecedentes revisados para el tema de investigación están monografías, guías y normas técnicas, políticas medioambientales de empresas, algunos de ellos más directamente relacionados con el tema de impactos ambientales y gestión de residuos producidos por las actividades y prácticas de laboratorio (de diversa índole (universidades, escuelas, etc.) y naturaleza (biológicos, farmacéuticos, de productos veterinarios, productos radioactivos, etc.).

## III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los impactos ambientales significativos, generados por las actividades del laboratorio del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?

### Objetivo general

Identificar y jerarquizar los impactos ambientales significativos, generados por las actividades desarrolladas en el laboratorio del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

### Objetivos específicos

- Describir los procesos y actividades que se desarrollan en las unidades de laboratorio de ensayo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- Identificar los aspectos ambientales significativos, asociados a estos procesos y actividades, así como los impactos ambientales generados que afectan el medioambiente.
- Jerarquizar los impactos ambientales significativos.
- Seleccionar y proponer medidas de control y/o minimización de dichos impactos.

## IV. METODOLOGÍA

El diseño empleado es de tipo descriptivo por el nivel y alcance del estudio, por lo que el presente trabajo describe los procesos y actividades existentes en cada unidad del laboratorio de ensayo de materiales, incluyendo las instalaciones, materiales, equipos y reactivos utilizados, así como los residuos resultantes de dichas actividades, para la identificación de aspectos e impactos ambientales, generados como consecuencia del desarrollo de todos estos procesos y actividades.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Departamento de Laboratorio de la Oficina de Apoyo Tecnológico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se encuentra ubicado en la Av. Túpac Amaru N.º 1590 en el distrito del Rímac, y presta servicios de ensayos relacionados al control de calidad de los materiales empleados en la ingeniería vial, tales como asfalto, suelos y agregados, cal, pintura, cemento, agua y mezclas de materiales (mezclas asfálticas, mezclas de concreto de cemento pórtland).

Las actividades de ensayos desarrolladas en laboratorio se inician con la recepción en el Módulo de Atención al Cliente de las muestras y la solicitud de ensayos requeridos por parte del cliente, las cuales luego son ingresados (codificados a través de una orden de servicio) al laboratorio para su preparación, distribución y procesamiento en cada unidad de laboratorio involucrada (de acuerdo a métodos de ensayo normalizados), hasta la emisión final de un Informe de Ensayo al cliente, con los resultados de ensayos obtenidos.

El proceso de preparación de muestras de suelos y/o agregados, y rocas recibidas en sacos, se inicia en la zona denominada plataforma de preparación de muestras por parte del personal técnico e involucra las actividades de traslado y carguío de material en carretillas o plataformas con ruedas, pesado del material recibido en balanzas mecánicas, extendido sobre lonas de tela o plástico para secado al aire, vertido de material en moldes cilíndricos de metal para determinación de peso unitario, selección de tamaños de agregados, a través de zarandas de ma-

dera, de malla metálica, cuarteo (reducción gradual y selección de muestras representativa para diversos ensayos), distribución de muestras en bolsas, recipientes y tarros a unidades por medio de plataformas con ruedas, separación de muestra a guardar (contramuestra) y limpieza de plataforma y eliminación de material sobrante (residuos). En caso de muestras de rocas, se efectúa el chancado manual (con empleo de combas) de los bloques para obtener muestras de menor tamaño.

### 5.1. Unidad de suelos y agregados

En esta Unidad de Suelos y Agregados (USA) ingresan muestras de suelos, agregados, rocas y cal, el personal técnico efectúa los procesos de preparación de muestras, ejecución de ensayos, disposición de contramuestras y residuos de ensayos, y reporte de resultados de ensayo (informe de ensayo). Entre las actividades realizadas están el cuarteo manual, pesado y secado de material, lavado de muestras con agua a través del tamiz N.º 200 (abertura de 0,075 µm), tamizado de material, agitado mecánico, secado al horno e inmersión de muestras de agregados en tarros o recipientes de aluminio con una solución de sulfato de magnesio (para determinar desgaste químico).

Los aspectos ambientales identificados son, entre otros: la generación de polvo y partículas en suspensión durante las actividades de tamizado y proceso de preparación de muestras; disposición y vertido de sedimentos (partículas finas) al desagüe, durante el lavado de materiales por el tamiz N.º 200 con agua; generación y disposición de residuos de material empleado en ensayos (suelos y agregados, rocas, envases de reactivos utilizados); consumo de agua (durante actividad de lavado), electricidad (secado de muestras) y gas propano (en mecheros) y riesgos en la salud y seguridad de trabajadores (por emisiones de polvo, contacto con soluciones de cloruro de zinc, manipulación de materiales calientes, carguío de sacos y costales de material, zarandeo de material); que tienen como impactos ambientales: la contaminación del aire (física y sonora) y su efecto sobre la salud de los trabajadores, contaminación física del agua y suelo, y sus efectos en la salud y bienestar de los trabajadores (potencial deterioro de calidad de vida).

### 5.2. Unidad de compactación y CBR

En la unidad de compactación y CBR (UCC), como elementos de entrada de actividades y procesos se tienen muestras de suelos, agregados, mezclas suelo-estabilizadores (suelos con cal, cloruro de calcio, etc.). Los procesos realizados incluyen la ejecución de ensayos, reporte de ensayos, disposición de material empleado (contramuestra o residuos). Las actividades

desarrolladas son pesado y secado de material, mezclado de material con agua, compactado mecánico de material en moldes cilíndricos de metal con pisón manual, determinación de densidad y humedad de especímenes compactados, extracción de muestras de moldes, inmersión en pozas de agua de muestras compactadas y aplicación de carga a muestras en prensa mecánica.

Los aspectos ambientales identificados son, entre otros: generación de polvo y partículas en suspensión durante actividades de tamizado y proceso de preparación de muestras; generación de ruido excesivo por máquina de los Ángeles (tambor giratorio a 500 rpm, donde se coloca 5 kg de agregados gruesos seleccionados por tamaño y un número de billas de acero) ubicado en un cuarto cerrado, pero no aislado; generación de ruidos y vibraciones durante el compactado mecánico de materiales con pisón manual; consumo de agua (para llenado de pozas durante inmersión de muestras y en procesos de mezclado) y electricidad (hornos) y riesgos en la salud y seguridad de trabajadores (por emisiones de polvo, durante compactado de material, carguío de sacos, por ruidos y falta de mejor ventilación en área de trabajo), los cuales generan los impactos de contaminación física y sonora del aire y efectos sobre la salud de los trabajadores, contaminación física del suelo y agua, efectos en la salud y el bienestar de los trabajadores (potencial deterioro de calidad de vida), consumo excesivo de recursos y potenciales accidentes en la manipulación y transporte de muestras, por impacto de partículas, caídas y golpes.

### 5.3. Unidad de análisis químico

En la Unidad de Análisis Químico (UAQ), los elementos de entrada de actividades y procesos son muestras de suelos, agregados, fuentes de agua, cal, cemento, concreto endurecido, empleándose energía eléctrica, agua, gas propano e insumos, como reactivos y soluciones preparadas; los procesos realizados incluyen la preparación de soluciones para la unidad y otras unidades; manipulación y almacenamiento de reactivos químicos; ejecución de ensayos; reporte de ensayos; disposición de material empleado (contramuestra o residuos) y tratamiento (neutralización) de soluciones antes de eliminación; siendo las actividades desarrolladas el pesado y secado de materiales, filtrado y precipitado de soluciones, destilación de agua, centrifugado de soluciones, evaporación de soluciones y calcinación (incinerado) en horno mufla de soluciones.

Entre los aspectos ambientales identificados están: generación de vapores de reacciones químicas, vertimientos de restos de soluciones preparadas y utilizadas en muestras al desagüe, generación y disposición de residuos de ensayos, riesgos en la salud y

seguridad de los trabajadores (accidentes y reacciones de sustancias inflamables), además de consumo de recursos (agua, electricidad, insumos); reconociendo como impactos la contaminación del aire y sus efectos sobre salud de trabajadores, contaminación física y química del agua, potenciales accidentes.

#### 5.4. Unidad de pinturas y señales de tráfico

En la Unidad de Pinturas y Señales de Tráfico (UPT), los elementos de entrada de actividades y procesos son muestras de pinturas líquidas (esmalte, pintura de tráfico y pintura látex) y microesferas de vidrio, empleándose energía eléctrica, agua, gas propano e insumos, como solventes para ensayos y limpieza de material utilizado; los procesos realizados incluyen la manipulación y almacenamiento de solventes, ejecución de ensayos, reporte de ensayos, disposición de material empleado (contramuestra o residuos); y las actividades desarrolladas son el pesado y secado de materiales, aplicación de pinturas en planchas metálicas, dispersión de muestras (batido mecánico manual), doblado de planchas metálicas, abrasión (desgaste) de la pintura por caída de arena, inmersión de planchas en agua, centrifugado de pinturas, tamizado de microesferas de vidrio, inmersión de microesferas de vidrio en soluciones ácidas y salinas, y lavado con solventes de material usado para ensayos.

Los aspectos ambientales identificados son: emisión de polvo y partículas en suspensión (de microsilíce), gases y vapores, vertimientos al desagüe de residuos de lavados de material utilizado en ensayos, generación y disposición de residuos (resinas, solventes, pigmentos), además de consumo de recursos (agua, electricidad, insumos); reconociendo como impactos ambientales la contaminación del aire y sus efectos sobre salud de los trabajadores, contaminación química del agua, contaminación física y química del suelo, efectos en la salud y bienestar de trabajadores (potencial deterioro de calidad de vida por problemas respiratorios), potenciales accidentes por manipulación de solventes, inflamación de sustancias.

#### 5.5. Unidad de asfaltos y mezclas asfálticas

En la Unidad de Asfaltos y Mezclas Asfálticas (UMA), los elementos de entrada de actividades y procesos son muestras de asfaltos sólido y líquido, emulsiones asfálticas, agregados, cal, mezclas asfálticas y petróleo, utilizándose energía eléctrica, agua, gas propano, e insumos como solventes para ensayos y limpieza de material utilizado; los procesos realizados incluyen la preparación de muestras, ejecución de ensayos, manipulación y almacenamiento de solventes, reporte de ensayos, disposición de material empleado (contramuestra o residuos); y las actividades desarrolladas son la manipulación y extracción

de asfalto sólido con espátula manual, calentamiento al horno de mezclas asfálticas para disgregar, calentamiento de agregados y asfalto, pesado y secado de agregados, elaboración de mezclas asfálticas, destilación, compactado mecánico con pisón metálico de especímenes en moldes, lavado asfáltico, centrifugado, inmersión en agua de muestras de asfalto, estiramiento (ductilidad) de asfalto, sometimiento a compresión de muestras compactadas, tamizado y selección de agregados para mezcla, revestimiento de agregados con bitumen.

Entre los aspectos ambientales identificados están: emisión de vapores y olores de materiales durante procesos y actividades de ensayo, vertimientos al desagüe, generación de ruidos y vibraciones durante el compactado de materiales, generación y disposición de residuos (asfaltos y emulsiones, agregados, etc.), además de consumo de recursos (agua, electricidad, insumos) y el efecto sobre la salud y seguridad de los trabajadores; y los impactos ambientales resultantes: contaminación del aire y efectos sobre la salud de los trabajadores, contaminación del agua, contaminación del suelo, y efectos sobre la salud y el bienestar de trabajadores, potenciales accidentes.

#### 5.6. Unidad de mezclas de concreto hidráulico

En la Unidad de Mezclas de Concreto Hidráulico (UMC) como elementos de entrada de procesos y actividades son muestras de probetas o testigos cilíndricos de concreto, agregados, rocas, cemento, aditivos, agua; empleándose energía eléctrica y agua; los procesos realizados incluyen la preparación de muestras, ejecución de ensayos, reporte de ensayos y disposición de material empleado (contramuestra o residuos) y las actividades desarrolladas son el pesado y secado de agregados, mezcla de material manual o en mezclador (mixer), elaboración de probetas, por el varillado de mezcla de concreto en moldes cilíndricos de metal, elaboración de morteros, desmontaje de probetas, una vez fraguado el concreto, inmersión en poza de agua, previo a ensayos de compresión, aplicación de fuerza compresiva a probetas de concreto para medir resistencia del concreto, cortado y pulido de rocas y chancado de agregados.

Los aspectos ambientales identificados son, entre otros: emisión de polvo y partículas en suspensión, vapores (actividad de refrentado o *capping* de probetas y funcionamiento de mezclador), generación de ruidos (durante actividad de compactado, funcionamiento de prensas, cortadora y pulidora de rocas), generación y disposición de residuos, riesgos en salud y seguridad de trabajadores y consumo de recursos (agua en pozas de inmersión, electricidad y combustible), dando como resultado impactos ambientales de contaminación del aire, suelo y agua, y efectos sobre la salud y el bienestar de trabajadores.

### 5.7. Unidad de ensayos especiales

Finalmente en la Unidad de Ensayos Especiales (UEE) se reconocen como elementos de entrada de procesos y actividades las muestras de suelos (alterados o inalterados), mezclas de suelo-cal; empleándose energía eléctrica y agua; los procesos realizados incluyen la preparación de muestras, ejecución de ensayos, reporte de ensayos y disposición de material empleado (contramuestra o residuos) y las actividades desarrolladas son la extracción y el tallado de muestras de suelo, pesado y secado de suelos, compactación mecánica con pisón metálico de muestras suelo-cal en moldes cilíndricos de metal, inmersión de muestras suelo-cemento en cámara de congelación, aplicación de fuerza de corte a suelos moldeados y fuerza compresiva a suelos cohesivos.

Los aspectos ambientales identificados son, entre otros: emisión de polvo y partículas en suspensión, generación de ruidos (durante actividades de compactado), generación y disposición de residuos, riesgos en salud y seguridad de trabajadores y consumo de recursos (agua en cámara de inmersión, electricidad y materias primas) que dan como resultado impactos ambientales de contaminación del aire, suelo y agua, y sus efectos sobre la salud y el bienestar de los trabajadores.

### VI. IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

De todos estos impactos ambientales identificados por cada unidad de laboratorio, tres (03) son los impactos ambientales significativos identificados (y evaluados cualitativamente de acuerdo a criterios de relevancia, tales como escala, severidad, probabilidad de ocurrencia y duración del impacto) inicialmente como a priorizar, con fines de proponer medidas de minimización y/o atenuación:

- Contaminación del aire y su efecto, principalmente, sobre la salud de trabajadores, generado en todas las unidades de laboratorio.
- Contaminación del agua (física y química) por elementos inorgánicos y orgánicos, especialmente por las unidades de Suelos y Agregados; Análisis Químico, Cal y Cemento; Asfaltos y Mezclas Asfálticas y Pinturas y Señales de Tráfico.
- Contaminación del suelo, como consecuencia de los residuos generados en las diversas unidades del laboratorio, reconociendo como de especial cuidado los residuos provenientes de restos de pigmentos (óxido de titanio y cromato de plomo) y polvo de sílice en suspensión de la Unidad de Pinturas y Señales de Tráfico; el asfalto sólido y líquido, emulsiones y solventes (tricloroetileno de carbono) de la Unidad de Asfaltos y Mezclas Asfálticas; y soluciones residuales provenientes de la Unidad de Química, Cal y Cemento.

### VII. CONCLUSIONES

El Departamento de Laboratorio de la Oficina de Apoyo Tecnológico del MTC, cuya función principal es prestar servicios de ensayos, relacionados al control de calidad de los materiales empleados en la ingeniería vial, los cuales son realizados en las siete (07) unidades que conforman el Departamento de Laboratorio (de acuerdo al tipo de material a analizar y ensayos a realizar: suelos, agregados, rocas, pintura, cal, cemento, asfalto, concreto de cemento hidráulico, mezclas asfálticas) genera una serie de impactos ambientales como resultado de los procesos y actividades efectuados en sus instalaciones; materiales y reactivos utilizados, y residuos resultantes de dichos procesos y actividades de ensayo.

Estos impactos reconocidos, si bien a una escala y volumen mucho menor que otros procesos industriales, afectan e inciden primero de manera más directa sobre el entorno más próximo a las instalaciones y ambiente de trabajo, en este caso los trabajadores o personal técnico que desempeñan las actividades y procesos de ensayo en las instalaciones de cada unidad de laboratorio; y luego de manera indirecta sobre el ambiente externo a las instalaciones del laboratorio mismo conformado por el ecosistema (agua, aire, suelo y seres vivos).

Los procesos y actividades que se desarrollan en las instalaciones de las siete (07) unidades de laboratorio del Departamento de Laboratorio de la Oficina de Apoyo Tecnológico del MTC, incluyen de manera general:

#### Procesos

- Preparación de muestras (de ensayo) previo al desarrollo del ensayo mismo, que comprende la selección de una muestra representativa.
- Ejecución de ensayo, de acuerdo a métodos normalizados y/o solicitados por el cliente.
- Disposición de contramuestras (muestra sin alterar) y residuos generados.
- Reporte de resultados de ensayo (emisión de un informe de ensayo).

#### Actividades

- Traslado, carguío y manipulación de materiales para ensayar desde lugar de recepción (Módulo de Atención al Cliente) hasta plataforma de preparación y/o unidades de laboratorio.
- Pesado y secado del material (al horno, mechero y/o aire).
- Cuarteo (obtención de una cantidad de muestra representativa para ensayo).

- Tamizado (selección de tamaños de agregados a través de zarandas y/o tamices).
- Agitado mecánico, centrifugado, decantación, lavado, abrasión por fricción de materiales.
- Inmersión de muestras en agua y/o soluciones.
- Compactado mecánico de mezclas de suelo y probetas de mezclas asfálticas.
- Aplicación de cargas (por medio de prensas) a los materiales.
- Elaboración de mezclas de concreto hidráulico, mezclas asfálticas.
- Filtrado y precipitado de soluciones, destilación, evaporación y calcinación (incinerado de materiales).

Entre los aspectos ambientales significativos identificados como asociados a estos procesos y actividades, así como los impactos ambientales generados por ellos tenemos:

#### Aspectos ambientales significativos

- Consumo de materias primas y recursos (combustible que incluye gas y gasolina, electricidad y agua).
- Generación y emisión puntual de polvo y partículas en suspensión (como producto del tamizado y zarandeo de suelos y agregados, de microesferas de vidrio), vapores y gases (provenientes de ensayos realizados con asfalto, emulsiones asfálticas; por empleo de soluciones y reactivos, solventes y pinturas, principalmente).
- Generación y emisión de ruidos y vibraciones, debido a las actividades de compactado mecánico de mezclas de suelo, en la elaboración y moldeo de probetas de mezcla asfáltica, durante el funcionamiento de prensas de compresión, compresoras de aire y máquina de abrasión.
- Vertido de sustancias (sedimentos o partículas finas menores a 75 micras, restos de soluciones químicas empleadas y/o de reactivos, gasolina y thinner empleado en el lavado de materiales utilizados) al desagüe.
- Generación y disposición de residuos, provenientes de los diferentes materiales (suelos, agregados, rocas, cal, cemento, pinturas, asfaltos, probetas de concreto, briquetas de mezcla asfáltica), reactivos e insumos utilizados en los ensayos.
- Manipulación y transporte de reactivos (ácidos, sustancias inflamables, tricloroetileno, solventes).

#### Impactos ambientales

- Contaminación sonora (por emisiones de ruidos y vibraciones) y del aire (física y química, por el

polvo y partículas en suspensión, gases y vapores) y su efecto sobre la salud de los trabajadores.

- Contaminación del agua (física y química, por vertido de sustancias al desagüe).
- Contaminación del suelo.
- Efectos (potenciales accidentes) en la salud de personas, deterioro y/o pérdida de calidad de vida de los trabajadores.
- Excesivo consumo (pérdida progresiva y/o agotamiento) de recursos y materias primas.

Tres (3) son los impactos ambientales significativos identificados inicialmente para ser priorizados, con el fin de proponer medidas de minimización y/o atenuación:

- Contaminación del aire y su efecto principalmente sobre la salud de los trabajadores, que se genera en todas las unidades de laboratorio.
- Contaminación del agua (física y química) por elementos inorgánicos y orgánicos, especialmente por Unidades de Suelos y Agregados; Análisis Químico, Cal y Cemento; Asfaltos y Mezclas Asfálticas y Pinturas y Señales de Tráfico.
- Contaminación del suelo, como consecuencia de los residuos generados en las diversas unidades del laboratorio, reconociendo como de especial cuidado los residuos provenientes de restos de pigmentos (óxido de titanio y cromato de plomo) y polvo de sílice en suspensión de la Unidad de Pinturas y Señales de Tráfico; el asfalto sólido y líquido, emulsiones y solventes (tricloroetileno de carbono) de la Unidad de Asfaltos y Mezclas Asfálticas; y soluciones residuales provenientes de la Unidad de Química, Cal y Cemento.

Las medidas para minimizar, atenuar y/o reducir estos impactos ambientales significativos, incluyen como acciones inmediatas las siguientes:

#### Contaminación del aire y sus efectos sobre salud de las personas

- Empleo obligatorio de equipos de protección personal (respiradores de filtro para polvo, gases; lentes protectores; protectores de oídos; gorros y mandiles).
- Mejorar los sistemas de ventilación (ductos y/o campanas extractoras, especialmente en unidades de Compactación y CBR, Mezclas de Concreto Hidráulico).
- Adquisición e implementación de tamizadores, cuarteadores mecánicos (cerrados) para preparación y cuarteo de muestras.

- Aislar y acondicionar (para evitar propagación de ruido) el ambiente donde se ubica el equipo de abrasión.

#### Contaminación del agua

- Previo tratamiento de neutralización de soluciones (especialmente químicas) antes de vertido al desagüe.
- Evitar el vertido de soluciones de lavado de materiales empleados con gasolina, thinner al desagüe.
- Considerar el empleo alternativo de otros solventes (diferentes a la gasolina) para el lavado de accesorios, herramientas o instrumentos utilizados en la Unidad de Mezclas Asfálticas.
- Control de sedimentos vertidos (por lavado a través de tamiz N° 200) al desagüe, por medio del mantenimiento e instalación de trampas que eviten incorporación al desagüe de sedimentos.

#### Contaminación del suelo

- Selección (segregación en la fuente) y adecuada gestión de residuos generados en diversas unidades, de modo que se pueda utilizar (reutilizar) aquellos no contaminantes o aprovechables y/o eliminar adecuadamente aquellos más contaminantes (asfalto sólido y líquido, emulsiones asfálticas, restos de pigmentos, envases de reactivos tóxicos o peligrosos).
- Proteger o aislar adecuadamente el terreno donde se ubica la zona de almacenamiento temporal de residuos, por medio de capas de suelo fino (impermeable) compactado y cal para evitar contaminación de suelo subyacente por residuos almacenados y filtraciones.

### VIII. RECOMENDACIONES

- Continua capacitación y sensibilización de todo el personal técnico del laboratorio en diversos temas relacionados a la gestión ambiental, con la finalidad de orientar el logro a mediano y largo plazo de la prevención y disminución de las fuentes de contaminación (desde el origen o fuente) con la participación activa y consciente del personal directamente involucrado en las actividades y procesos de laboratorio.
- Considerar la implementación de un sistema de gestión integrado (calidad, medioambiente y salud y seguridad ocupacional) en la organización

### IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. León Márquez, R., Aubad, I. & Ceccon, M. *Análisis de los aspectos ambientales de una organización*. Colombia: CNPML (Centro Nacional de Producción más limpia).
2. [http://www.science.oas.org/OEA\\_GTZ/LI-BROS/Ambiental](http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LI-BROS/Ambiental). Manual de gestión de la calidad ambiental.
3. MTC. (2005). *Manual de calidad*. Oficina de Apoyo Tecnológico. 2ª edic.
4. MTC (2005). *Manual de equipos e instrumentos*. 2ª edic. Oficina de Apoyo Tecnológico.
5. MTC (2005). *Manual de procesos y procedimientos*. 2ª edic. Oficina de Apoyo Tecnológico.