

# Ingeniería

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica

ISSN 1409-2441

Vol. 18 (1, 2)

Ene/Dic 2008

## CONTENIDO

### Artículos

1. Análisis numérico de un sistema de aire acondicionado empleando mallas estructuradas y no estructuradas ..... 15-30  
**Rodríguez, Luz; Collado, María; Rodríguez, Edgar; Espinoza, Henry.**
2. Funciones de regresión para caudales extremos en la Vertiente Pacífica de Costa Rica..... 31-44  
**Rojas, Nazareth; Aguilar, José Francisco; Solís, Hernán.**
3. Evaluación de daños por agresión ambiental en viviendas de concreto reforzado..... 45-55  
**Solís, Rómel; Moreno, Eric; Jiménez, Felipe; Rosas, Victorino.**
4. Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas..... 57-64  
**García, Claudia; Molina, Manuel.**
5. Inestabilidad oscilatoria de tensión debido a los motores de inducción ..... 65-75  
**Valverde, Gustavo; Araya, Eddie.**
6. Estabilidad y colapso de tensión en sistemas eléctricos con topología longitudinal..... 77-88  
**Araya, Eddie.**
7. Obtención de pulpa a la soda antraquinona de *Tectona grandis* creciendo en Costa Rica ..... 89-100  
**Abarca, Ricardo; Blanco, María Lorena.**
8. Protocolo evaluador para el manejo de desechos y la seguridad ocupacional aplicado al laboratorio clínico del Hospital San Francisco de Asís de Grecia..... 101-109  
**Ruiz, Francisco.**
9. Euler: su contexto matemático, filosófico y científico..... 111-119  
**Vargas, Celso.**
10. Reserva de resistencia de edificios porticados de concreto armado diseñados conforme al ACI-318/ IBC 2006 ..... 121-131  
**Vielma, Juan Carlos; Barbat, Alex; Oller, Sergio.**

### Análisis y comentarios

1. Luis González González: una breve semblanza ..... 135-140  
**Herrera, Rodolfo.**

### Trabajos de Graduación 2007

- Lista de proyectos de graduación de grado y posgrado del año 2008 de la Facultad de Ingeniería ..... 143-156

### Normas

- Normas para la presentación de artículos a la Revista Ingeniería..... 157-165



<http://www.inii.ucr.ac.cr/revista>  
[www.ucr.ac.cr](http://www.ucr.ac.cr) / ISSN 1409-2441

# Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica  
ENERO/DICIEMBRE 2008 - VOLUMEN 18 - Número (1, 2)

Número (1, 2)

Enero / Diciembre 2008

Volumen 18

REVISTA INGENIERÍA



# PROTOCOLO EVALUADOR PARA EL MANEJO DE DESECHOS Y LA SEGURIDAD OCUPACIONAL APLICADO AL LABORATORIO CLÍNICO DEL HOSPITAL SAN FRANCISCO DE ASÍS DE GRECIA

*Francisco Ruiz Fallas*

## Resumen

Esta investigación responde a la necesidad de generar herramientas que permitan evaluar el estado en que se encuentra una institución desde el punto de vista ambiental y de seguridad laboral. Para ello, se aplicó un modelo de evaluación basado en técnicas desarrolladas en la Unión Europea. Utilizando esta evaluación, se comparó el estado del Laboratorio Clínico del Hospital San Francisco de Asís en Grecia, con normativas legales y técnicas. Se procedió, mediante índices ponderados, a valorar el cumplimiento de estas normas. En esta sección del hospital se valoraron los aspectos básicos de seguridad ocupacional (luminosidad, riesgo de estrés térmico y nivel de ruido), así como la gestión de desechos y la normativa del Ministerio de Salud sobre habilitación de laboratorios de microbiología y química clínica. Con base en el estudio efectuado, se determinó que la institución carece de un programa para diagnosticar periódicamente las condiciones básicas de seguridad ocupacional. Además, se encontró la necesidad de implantar un sistema de gestión para efectuar dicho monitoreo por lo menos una vez al año.

Se determinó también que en las instalaciones del laboratorio existen zonas de trabajo con una iluminación inferior al mínimo recomendado, y con riesgo por estrés térmico. Inclusive, está implementado un plan de gestión para un manejo adecuado de los desechos líquidos. Finalmente, se comprobó que el Laboratorio Clínico posee un grado alto de cumplimiento en la gestión de desechos sólidos y en la norma de habilitación para esta clase de establecimientos. Por lo cual, se recomendó vigilancia periódica y actualización del sistema de gestión.

**Palabras clave:** gestión ambiental, laboratorio clínico, salud ocupacional, gestión de desechos, hospital.

## Abstract

The present investigation responds to the need of generating tools for evaluating the environmental and occupational health conditions in an institution. A model of evaluation based on European Union techniques was applied. Utilizing this evaluation, the state of the Clinical Laboratory of the Hospital San Francisco de Asís was compared with technical and legal regulations. The compliance of these norms was evaluated using average indexes. In this section of the hospital were evaluated the next basic aspects: occupational health (luminosity, thermal stress risk and noise level), waste management and the compliance with regulation of the Health Department about microbiology laboratories. Based on this study, it was determined that the institution needs a program to periodically diagnose the basic conditions of occupational health. Besides, it's important to establish a management system to monitor all these variables at least once a year.

In the laboratory were found work zones with a lighting level lower than the minimum recommended value, besides, an area with thermal stress risk was found too. Moreover, in the laboratory a solid waste management plan is implemented. Finally, it was verified the Clinical Laboratory high degree of compliance for the solid waste management and authorization norm for this class of establishments. For these reasons, a periodic updating of the management system was recommended.

**Key words:** environmental management, clinical laboratory, occupational health, waste management, hospital.

**Recibido:** 01 de febrero del 2008 • **Aprobado:** 08 de abril del 2008

## 1. INTRODUCCIÓN

La gestión ambiental es un área de acción que no sólo implica las políticas ambientales de una institución, también incluye aspectos básicos de seguridad ocupacional. Debido a estas cualidades y al ser un espacio administrativo que cada día cobra más fuerza en las empresas costarricenses, se necesitan utilizar herramientas de análisis con el objetivo de tomar decisiones objetivas (Blanco, 2004). En Costa Rica, los diferentes planes de gestión (salud ocupacional, manejo de desechos) poseen un formato establecido para su presentación ante las organizaciones estatales. Pero, son carentes de criterios estrictos para determinar su validez y apego a la legislación. En esta investigación, se consideraron las técnicas europeas propias de auditorías medioambientales para evaluar las condiciones de gestión de desechos y las de seguridad ocupacional de un laboratorio clínico. Y de esta manera, establecer su utilidad como herramientas de estudio para esta clase de situaciones.

## 2. MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO

En Costa Rica, los aspectos relacionados con ruido, agua residual, manejo de desechos sólidos y la habilitación de laboratorios de microbiología y química clínica se rigen con una serie de reglamentos estatales. Aunque comúnmente se recurre a ciertos criterios internacionales cuando se presentan vacíos legislativos.

En lo relacionado con la legislación costarricense, los reglamentos que rigen varios de los puntos citados son los siguientes:

*Decreto N° 10541-TSS Reglamento para el control de ruidos y vibraciones:* este decreto regula los aspectos relacionados con el control de ruido y las vibraciones en los lugares de trabajo. Siendo los límites máximos para los niveles de ruido y exposición a este, respectivamente 90 dB (A) para ruidos intermitentes o de impacto, 85 dB (A) respecto a ruidos continuos, con una exposición máxima de ocho horas durante el día y seis horas durante la noche (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979).

*Ley Orgánica del Ambiente:* Mediante esta ley se procuraba dotar a los costarricenses y al Estado de los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Establece que el ambiente es patrimonio común de todos los habitantes de la Nación, con las excepciones que establezcan la Constitución Política, los convenios internacionales y las leyes (Ministerio de Salud, 1995).

*Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales:* Este reglamento define los aspectos relacionados con las características que deben presentar las aguas residuales para poder descargarlas en un alcantarillado sanitario o un cuerpo de agua. El reglamento considera agua residual a toda agua que ha recibido un uso determinado (procesos industriales, actividades domésticas u otras) y su calidad fue modificada mediante la incorporación de sustancias contaminantes. Considera como los parámetros universales de medición:

- Caudal
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5,20</sub>)
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Potencial de hidrógeno (pH)
- Grasas y aceites (GyA)
- Sólidos sedimentables (SSed)
- Sólidos suspendidos totales (SST)
- Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)
- Temperatura (T)

(Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales, 2007).

*Reglamento sobre el manejo de basuras N° 19049-S:* Establece regulaciones sobre el manejo y la disposición de los desechos sólidos con la finalidad de disminuir la contaminación del medio ambiente. Básicamente, define las obligaciones respecto al manejo de los desechos sólidos y sus obligaciones de aprobación por parte del Ministerio de Salud. Este reglamento obliga a que los operarios encargados del manejo de residuos sólidos con características especiales, cuenten con el equipo de protección personal y los implementos necesarios, de acuerdo con las disposiciones que en materia de higiene y seguridad industrial dicte el Ministerio de Salud (Ministerio de Salud, 1989).

*Norma para la habilitación de laboratorios de microbiología y química clínica:* Esta norma contempla el conjunto de requisitos mínimos que se deben satisfacer para habilitar un establecimiento destinado a esta clase de actividades, ya sean públicos, privados o mixtos. La Norma para la habilitación de laboratorios de microbiología y química clínica considera dos niveles de clasificación. En el primero se clasifica de acuerdo con los requisitos de equipo, y se toman en cuenta las siguientes divisiones de trabajo que intervienen al brindar el servicio:

- Química clínica
- Hematología
- Inmunoematología
- Parasitología
- Inmunología

En el segundo nivel de clasificación la norma se orienta básicamente a los recursos disponibles y a su utilización:

- Recurso humano
- Planta física
- Recurso material
- Documentación

(Ministerio de Salud, 2001).

*Reglamento sobre la gestión de los desechos infecto-contagiosos que se generan en establecimientos que presten atención a la*

*salud y afines:* Este reglamento establece todos los requisitos necesarios para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos infecto-contagiosos que puedan llegar a generarse en las instalaciones de centros públicos y privados de salud (Ministerio de Salud, 2003).

En lo referente con aspectos de seguridad ocupacional, no se presenta una normativa que obligue al uso específico de ciertos criterios. Por ello, a veces se recurre a normas y criterios internacionales. Dada la constante investigación y actualización de criterios, organismos como el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo de España, han establecido valores de referencia para iluminación y riesgo por estrés térmico. Varios de estos se detallan en los apartados inferiores.

*Iluminación:* la iluminación de los lugares de trabajo debe permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades, sin riesgo alguno. La iluminación de cada lugar de trabajo debe adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en él.

Se deben considerar los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad, así como sus exigencias visuales de las tareas desarrolladas. Los niveles mínimos de iluminación para los lugares de trabajo son los siguientes (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2006) se exponen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Niveles mínimos de iluminación para los lugares de trabajo.

Zona o parte del lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación
	L (lx)
Exigencias visuales bajas	100
Exigencias visuales moderadas	200
Exigencias visuales altas	500
Exigencias visuales muy altas	1 000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Fuente: (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2006).

*Riesgo de estrés térmico:* el estrés térmico consiste en las condiciones de incomodidad o daño a la salud de un individuo a causa del calor que genera su cuerpo durante una labor física en un ambiente caluroso. Cuando el calor generado en el organismo no puede emitirse al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de este tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles. El índice WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*), se utiliza para discriminar rápidamente si es o no admisible la situación de riesgo de estrés térmico (Hernández, 2000; Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2006).

La evaluación de estas y otras variables de estudio se puede efectuar mediante índices estadísticos. Éstos son magnitudes, que de una forma conveniente, expresan un cambio en un grupo heterogéneo de elementos. A su vez, permiten estimar la tendencia de una serie de valores (Canter, 1998). Para estimar estas tendencias se recomiendan dos clases de índices (Manson y Lind, 1995).

- Índice no ponderado o simple: este se calcula a partir de un valor deseado y un valor base. El valor deseado es precisamente el valor que se desea comparar contra el que se espera tener (base). Se puede estimar mediante la ecuación:

$$R_S = R_n / R_0 \quad (1)$$

donde:

$R_S$  índice simple, adimensional  
 $R_n$  valor analizado, adimensional  
 $R_0$  valor base, adimensional

- Índice ponderado: se calcula a partir del valor del promedio ponderado de una serie de índices simples; a los cuales se les puede o no asignar una calificación o peso, dependiendo de su importancia. Se puede estimar mediante la ecuación:

$$R_C = \sum \left( \frac{R_{nk}}{R_{0k}} \right) / k \quad (2)$$

donde:

$R_C$  índice compuesto, adimensional  
 $R_{nk}$  kaésimo valor analizado, adimensional  
 $R_{0k}$  kaésimo valor base, adimensional  
 $K$  número de índices simples, adimensional

El valor de estos índices se hace variar en un ámbito predeterminado, a la vez que se establece un valor mínimo para estos, según las necesidades de análisis. Dada la estructura de los índices obtenidos de las ecuaciones (1) y (2), estos por sí mismos se encuentran en ámbitos comprendidos entre cero y uno. Permitiendo, en consecuencia, establecer relaciones porcentuales para evaluar los resultados obtenidos.

### 3. METODOLOGÍA

Esta investigación se orientó hacia la propuesta de una herramienta que permita evaluar el grado de cumplimiento de los reglamentos nacionales vinculados con aspectos básicos de seguridad ocupacional (nivel de ruido, iluminación y riesgo de estrés térmico) y el manejo de desechos sólidos y líquidos. Para ello, se propusieron protocolos de revisión basados en modelos existentes en la Unión Europea. Utilizando estos protocolos se evaluó el cumplimiento legal y técnico del Laboratorio Clínico del Hospital San Francisco de Asís respecto a la legislación vigente. Posteriormente, se calificó el apego a las normas y reglamentos considerados en la evaluación. Los datos se obtuvieron mediante medición *in situ* y entrevistas con el personal encargado de cada sección del laboratorio.

Para determinar las condiciones de seguridad ocupacional se midieron las siguientes variables: temperaturas de bulbo húmedo, bulbo seco y de globo (para estimar la carga térmica); los valores de intensidad luminosa a nivel de los objetos observados en las áreas de trabajo (para establecer el nivel de iluminación) y el nivel de presión sonora (para tabular la magnitud del ruido). Todos los procesos de medición correspondieron a criterios utilizados en la Unión Europea. En cada una de las secciones del Laboratorio Clínico del Hospital San Francisco de Asís, del mismo modo, se evaluó el manejo de desechos sólidos y líquidos.

Posteriormente, se efectuaron las comparaciones con los valores límites permitidos en la legislación y las normas técnicas costarricenses. La evaluación del cumplimiento de estas normas se efectuó a través de índices ponderados de rendimiento. A partir de estos se identificaron los aspectos que necesitaban mejoras.

Como parte del estudio y la metodología aplicada, se desarrollaron protocolos basados en la metodología de la Unión Europea para realizar evaluaciones medioambientales (Rodríguez, 2004). Estos documentos se estructuraron con base en la legislación y las normas técnicas relacionadas con ruido, iluminación, estrés térmico, y manejo de desechos (sólidos y líquidos).

El proceso seguido en el desarrollo y la aplicación de estos protocolos consistió en lo siguiente:

- Identificación de los aspectos por evaluar, en el presente caso con ruido, iluminación, estrés térmico, y manejo de desechos (sólidos y líquidos).
- Revisión de la legislación y normas técnicas relacionadas.
- Desarrollo de los protocolos para evaluar los aspectos seleccionados y elaboración de las preguntas para analizar cada aspecto.
- Visita de campo para realizar la evaluación.
- Identificación de las condiciones que satisfacen y que no satisfacen los protocolos.
- Asignación de puntaje igual a un punto por cada condición que satisface los protocolos y de cero puntos en las que no los satisfacen.
- Estimación de los puntajes totales a partir de las calificaciones obtenidas para cada aspecto.
- Cálculo de índices ponderados de rendimiento con base en los puntajes obtenidos respecto a los posibles.
- Identificación de las áreas que alcanzan y no alcanzan el rendimiento mínimo establecido del 70 %.
- Propuesta de correcciones para los aspectos no satisfechos.

Para cada uno de los aspectos evaluados se asignó una puntuación, según su cumplimiento, respecto a las normas legales técnicas. Con base

en la puntuación obtenida en un área específica, se asignó un índice estadístico como calificación. Esta calificación facilitó el uso de escalas evaluativas para determinar el cumplimiento, tanto global como particular, de las áreas analizadas con un criterio específico.

#### 4. PROCESO DE ANÁLISIS

La documentación utilizada consistió en una serie de protocolos desarrollados a partir de la legislación y las normas técnicas relacionadas con cada aspecto a evaluar. En estos documentos se cuidó que las preguntas no se volvieran ambiguas o llevaran a situaciones donde se castigara por la no aplicación del enunciado. La evaluación desarrollada en el Laboratorio Clínico del Hospital San Francisco de Asís se aplicó en las siguientes áreas:

1. Antecedentes de diagnósticos anteriores.
2. Requisitos para construcción, ampliación y remodelación.
3. Divisiones de trabajo.
4. Recurso humano.
5. Planta física.
6. Recurso material.
7. Documentación.
8. Habilitación.
9. Agua residual.
10. Desecho sólido.
11. Ruido.
12. Carga térmica.
13. Luminosidad.

Los primeros ocho puntos examinaban el cumplimiento de la *Norma para la habilitación de laboratorios de microbiología y química clínica*; mientras los restantes evalúan la gestión de residuos y las condiciones básicas de seguridad ocupacional. Con base en la evaluación realizada se obtuvieron los índices de cumplimiento para cada sección analizada. De esta forma, el laboratorio obtuvo un índice global de cumplimiento igual a 0,75. Los puntajes obtenidos y los índices de rendimiento para cada una de las secciones del laboratorio se muestran en el Cuadro 2.



Fuente: (Ruiz, 2007).

Según los resultados del Cuadro 1, los aspectos relacionados con la *Norma para la habilitación de laboratorios de microbiología y química clínica* se cumplieron casi en su totalidad. Pero, el laboratorio carece de un mecanismo de evaluación periódica para establecer su estado e identificar necesidades de mejora. Se carece de un programa de diagnóstico regular para requisitos de funcionamiento, la gestión de desechos líquidos y la salud ocupacional. Los únicos mecanismos existentes para la gestión fueron los referentes al manejo de desechos sólidos y gaseosos.

En lo que respecta a la norma nacional de habilitación, se presentaron dos áreas que sobrepasaron el valor mínimo establecido, pero no obtuvieron el 100% de cumplimiento: planta física con un índice de 0,95 y recurso material con un 0,90. En el caso de la planta física no se encontró en el laboratorio un sistema de extracción que pudiera utilizarse en caso del escape de algún gas y un sistema de aire acondicionado para mantener la calidad y la circulación de aire uniformes dentro de sus instalaciones. En el caso del recurso

material, el incumplimiento se presentó en el no uso de mascarillas y lentes de seguridad por parte del personal encargado del análisis y la manipulación de equipo. Los otros aspectos que necesitan mejorarse fueron operativos. El laboratorio no cuenta con manuales de funcionamiento y de mantenimiento preventivo y correctivo. Los otros aspectos relacionados con la Norma, Documentación y Habilitación, obtuvieron un índice con un valor igual a 1,00 para un acatamiento total. Estos puntos solamente necesitan revisión periódica para su diagnóstico y actualización.

Los aspectos básicos de seguridad ocupacional se estudiaron en cada punto del laboratorio donde el personal labora continuamente o transita de forma periódica. Los puntos de medición para las variables relacionadas con carga térmica, luminosidad y ruido fueron los siguientes:

- Recepción de muestras y atención al público
- Toma de muestras sanguíneas
- Oficinas administrativas
- Química clínica
- Uroanálisis

- Bacteriología
- Banco de Sangre
- Pasillo
- Hematología
- Autoclavado

En cada una de estas secciones se procedió a realizar mediciones y a aplicar los protocolos. Posteriormente, se establecieron los índices respectivos de rendimiento para cada sección. En el caso de la luminosidad, el laboratorio obtuvo un índice de rendimiento igual a 0,40. La evaluación sobre salud ocupacional mostró que se carece de un programa de diagnósticos sobre el estado de la iluminación. Además, se presentaron zonas de trabajo de uso habitual con una iluminación inferior al mínimo recomendado (100 lx). Estas secciones correspondieron a: uroanálisis, química clínica, oficina de dirección y toma de muestra; también el pasillo que comunica las diferentes secciones del laboratorio posee una iluminación menor a la recomendada de 50 lx. Cada uno de estos recintos presentó un nivel ligeramente inferior al mínimo permitido, a causa del mal estado de las luminarias. Con base en la aplicación del protocolo sobre riesgo para estrés térmico y los resultados de análisis para los diferentes índices WBGT, se obtuvo un índice de rendimiento igual a 0,80. Las no conformidades encontradas fueron la falta de diagnósticos sobre estrés térmico en el laboratorio (documentación para diagnóstico, programa de evaluación, revisión y mejoramiento continuo) y no encontrarse en todas las secciones del laboratorio equipo para el monitoreo y control de la temperatura. La sección de autoclavado fue la única que presentó riesgo de estrés térmico, pues su valor de índice WBGT calculado (23,85 °C) superó al valor índice de referencia (23,71 °C). Este riesgo es posible siempre que el encargado se encuentre en esta área laborando con ropa que dificulte su enfriamiento.

Por su parte, los niveles de ruido medidos se encontraron por debajo del máximo permitido en la legislación costarricense. Esta sección del laboratorio obtuvo un índice de rendimiento igual a 0,79. Aunque se supera el mínimo establecido se dan situaciones con necesidad de mejora; por ejemplo, se encuentra la ausencia de un sistema

de gestión que periódicamente monitoree los niveles de ruido. También, las instalaciones del laboratorio no se encuentran separadas con material aislante de ruido y vibración. Finalmente, el personal del laboratorio carece de capacitación adecuada sobre el control del ruido, sus efectos sobre la salud y el uso de equipos de protección. En materia de gestión de desechos sólidos, se determinó que su manejo y disposición están a cargo de un sistema de gestión ya establecido y sujeto a actualizaciones. Esto se refleja en el índice de rendimiento obtenido de 1,00.

El manejo de desechos sólidos en el laboratorio cumple en alto grado las normas y legislación nacional además de las directrices internas de la Caja Costarricense del Seguro Social. Pero, respecto a este punto se debe tener en cuenta que no existe una regulación municipal. Por lo cual, no está contemplada dentro de la evaluación. Estas directrices y demás requisitos referentes a la manipulación, recolección, transporte, tratamiento y disposición se aplican a los desechos del laboratorio que se presentan en el Cuadro 3.

Dentro del laboratorio, estos desechos se manipulan en recipientes cerrados para su disposición posterior; con la coloración y rotulación debidas de material biopeligroso. También, se determinó que el laboratorio cumple con la existencia de rutas y horarios de recolección para el transporte de los desechos hacia el área de almacenamiento del hospital. Otro aspecto muy importante en el manejo de los residuos sólidos fue el uso de equipo de protección del personal.

En el caso de la gestión de los desechos líquidos, el índice de evaluación obtenido fue igual a 0,06. Notándose de esta manera que se necesitan cambios profundos en el manejo y disposición final de estos residuos. Las principales dificultades encontradas en esta área fueron las siguientes:

Carencia de un sistema de gestión que estableciera las directrices de manejo, disposición, control y monitoreo del tratamiento y disposición de las aguas residuales.

Carencia de análisis fisicoquímicos y biológicos del agua residual a partir de los cuales se puedan establecer las necesidades de tratamiento del agua residual; además de ser referencia para el diseño de su sistema de depuración.



**Cuadro 3.** Tipo, origen y tasa de generación de los desechos del laboratorio clínico.

Origen	Tipo de desecho	Tasa de generación
Química clínica	Jeringas	150 a 180 /mes
Bacteriología	Placa petri	600/mes
Bacteriología	Hemocultivo	24/mes
Bacteriología	Tubos de ensayo	120/mes
Bacteriología	Recipientes plásticos	360/mes
Banco de sangre	Gasas en tira	84/mes
Banco de sangre	Gasas en mota	168/mes
Banco de sangre	Guantes látex	(200 a 240)/mes
Pruebas de sangre	Muestra de sangre	300/d
Hematología	Hematograma	69 000/año
Análisis de heces y orina	Recipientes	160/d

Fuente: (Ruiz, 2007).

Uso de un sistema de alcantarillado unitario que conduzca todos los tipos de aguas hacia un mismo sitio de descarga. Lo cual, incorpora aguas residuales con menor necesidad de tratamiento a otras con mayores exigencias.

Finalmente, se pudo notar cómo los protocolos de evaluación fueron una herramienta de fácil aplicación y gran adaptabilidad a las condiciones del medio costarricense donde se utilizaron.

## CONCLUSIONES

1. Se desarrolló un sistema de evaluación, basado en índices de rendimiento, que representa de una manera sencilla el apego de las condiciones de operación a la legislación nacional; y se puede aplicar a otras secciones del hospital u otro tipo de establecimiento, adaptando previamente la documentación de evaluación.
2. Con base en el estudio realizado en el Laboratorio Clínico del Hospital San Francisco de Asís, se determinó que la institución carece de un programa para diagnosticar periódicamente las condiciones básicas de seguridad ocupacional. Por lo

cual se recomienda implantar un sistema que efectúe el monitoreo por lo menos una vez al año.

3. Se determinó que en las instalaciones del laboratorio se presentaron zonas de trabajo de uso habitual con una iluminación inferior al mínimo de intensidad luminosa recomendada y con riesgo por estrés térmico. Pero, los niveles de ruido medidos resultaron inferiores al máximo permitido en la legislación costarricense.
4. Se determinó que el modelo de análisis utilizado permite un estudio rápido y basado en la legislación y normativas técnicas; facilitando a su vez un diagnóstico que represente el cumplimiento técnico-legal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, M. (2004). *Gestión ambiental: camino al desarrollo sostenible*. San José: EUNED.
- Canter, L. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental* (2ª ed.). España: McGraw-Hill.
- Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. (2006). *Evaluación de la exposición al ruido: Determinación de niveles representativos*. España: CNCT.

- Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. (2006). *Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT*. España: CNCT.
- Hernández, A. et al. (2000). *Seguridad e higiene industrial*. México: Limusa.
- Manson, R. & Lind, D. (1995). *Estadística para administración y economía*. Colombia: Alfaomega.
- Costa Rica, Ministerio de Salud. (1995, Noviembre 13). *Ley Orgánica del Ambiente*. San José: La Gaceta.
- Costa Rica, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979). *Reglamento para el control de ruido y vibraciones*. San José: Consejo de Salud Ocupacional.
- Costa Rica, Ministerio de Salud. (1989, Junio 20). *Reglamento sobre el manejo de basuras*. San José: La Gaceta.
- Costa Rica, Ministerio de Salud. (2001). *Norma para la habilitación de laboratorios de microbiología y química clínica*. San José: Costa Rica.
- Costa Rica, Ministerio de Salud. (2007, Marzo 19). *Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales*. San José: La Gaceta.
- Costa Rica, Ministerio de Salud. (2003, Febrero 3). *Reglamento sobre la gestión de los desechos infectocontagiosos que se generan en establecimientos que presten atención a la salud y afines*. San José: La Gaceta, Alcance No. 8.
- Costa Rica, Ministerio de Trabajo. (1977). *Reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo*. San José: Consejo de Salud Ocupacional.
- Rodríguez, J. (2004). *Auditorías medioambientales*. España: Universidad de Burgos.
- Ruiz, F. (2007). *Sistema de tratamiento de agua residual y protocolos evaluadores de manejo de desechos y seguridad ocupacional para el Laboratorio Clínico del Hospital San Francisco de Asís de Grecia*. Proyecto de graduación para optar por el grado de Magíster en Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

#### **SOBRE EL AUTOR**

##### **M. Sc. Francisco Ruiz Fallas**

Master en Ingeniería Química con énfasis en Ingeniería Ambiental

Teléfono: 8894-8369

Correo electrónico: fruizyan@yahoo.com

