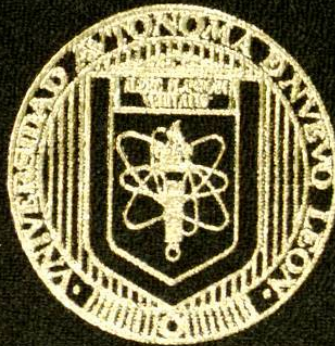


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE
RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS
LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
QUIMICAS DE LA U. A. N. L.**

**POR
LAURA ELENA ELIZONDO CALLEJAS**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería Ambiental**

Septiembre, 1999

1999
TM
TD899
.L32
E4
c.1

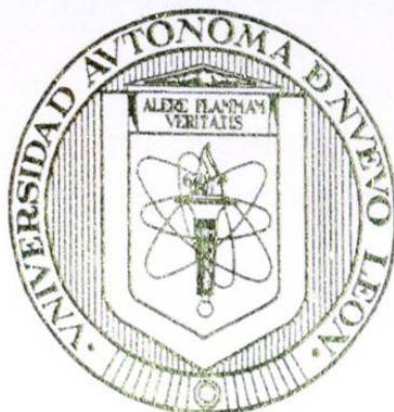
MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE
RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS
LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
QUIMICAS DE LA U. A. N. L.



1080095025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE
RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS
LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
QUÍMICAS DE LA U. A. N. L.

Por

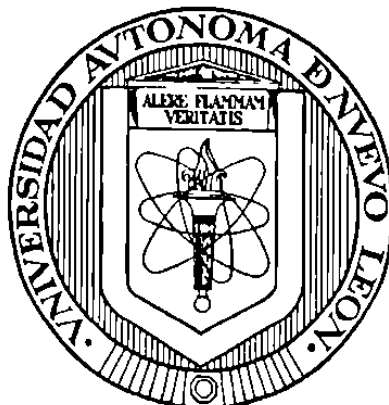
LAURA ELENA ELIZONDO CALLEJAS

Como requisito parcial para obtener el Grado de
INGENIERÍA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería Ambiental

Septiembre de 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE
RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS
LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
QUÍMICAS DE LA U. A. N. L.**

Por

LAURA ELENA ELIZONDO CALLEJAS

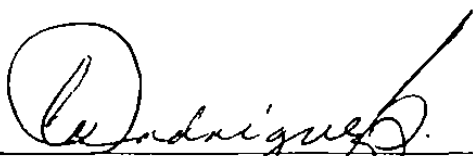
**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería Ambiental**

Septiembre de 1999

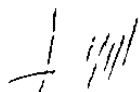
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS
PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA U. A. N. L.

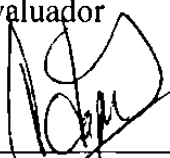
Aprobación de Tesis



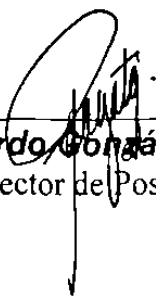
Dra. Cecilia O. Rodríguez González
Directora de Tesis



M. C. Jimmy Luis Loaiza Navia
Evaluador

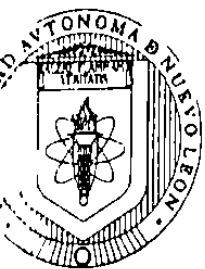


M. C. Juan Manuel Chapa Guerrero
Evaluador

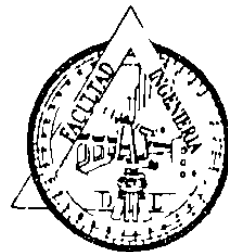


Dr. Ricardo González Alcorta
Director de Posgrado

San Nicolás de los Garza, N. L., Septiembre de 1999



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



COMPROBANTE DE CORRECCION

Tesista: LAURA ELENA ELIZONDO CALLEJAS

Tema de la tesis: MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL
DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA U. A. N. L.

Este documento certifica la corrección DEFINITIVA
del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico,
metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(NINGUNA)

Nombre y firma de quien corrigió:

Arq. Ramón Longoria Ramírez

El Secretario de Posgrado:

Dr. Ricardo González Alcorta

Ciudad Universitaria, a 5 de OCTUBRE de 1999.


Dr. Ricardo González Alcorta
Director de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil, U. A. N. L.
P r e s e n t e . -

Por este medio me permito comunicar a usted, que la **ING. LAURA ELENA ELIZONDO CALLEJAS**, pasante de la Maestría en Ciencias, con especialidad en Ingeniería Ambiental, ha concluido con su trabajo de tesis titulado: **"MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA U. A. N. L."**, por lo que no hay ningún inconveniente para atender la solicitud de Examen de Grado con los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución, he de agradecerle pasar las instrucciones necesarias para el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención que se sirva brindar a la presente, me es grato suscribirme de usted,

A t e n t a m e n t e ,

San Nicolás de los Garza, N. L., Septiembre 20 de 1999



DRA. CECILIA O. RODRIGUEZ GONZALEZ
Directora de Tesis

Dr. Ricardo González Alcorta
Director de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil, U. A. N. L.
P r e s e n t e . –

Por este medio me permito solicitar a usted la tramitación correspondiente, para sustentar Examen de Grado de Maestría en Ciencias, con especialidad en Ingeniería Ambiental, con la presentación del trabajo de Tesis titulado **“MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA U. A. N. L.”**, lo anterior de acuerdo al Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución.

Agradeciendo la atención que se sirva brindar a la presente, me despido de usted,

A t e n t a m e n t e ,

San Nicolás de los Garza, N. L., Septiembre 20 de 1999


ING. LAURA ELENA ELIZONDO CALLEJAS
Tesisista

RESUMEN

La generación de residuos peligrosos no es exclusiva de las plantas industriales. Los laboratorios de enseñanza, investigación y de servicio al público de las instituciones de enseñanza media y superior generan también desechos que, por su naturaleza más que por su cantidad, representan un riesgo potencial para el medio ambiente y sus habitantes.

Las consecuencias de una insuficiente protección del ambiente en México propiciaron una legislación ambiental mejorada en los últimos tiempos. Las Normas y recomendaciones parecen ser dirigidas de manera exclusiva a la actividad industrial y al transporte de sus insumos, sin embargo, los problemas generados por el manejo inadecuado de residuos peligrosos hacen ver que en este tema se hallan también inmersas las universidades y centros de investigación del país.

En el presente trabajo se hace una reseña tanto de los accidentes asociados a la disposición inapropiada de los residuos peligrosos como del proceso evolutivo de la legislación, que de manera aparejada, ha debido implementarse a fin de acercar al país a los estándares legales y de trabajo que tienen sus contrapartes en el concierto de las naciones.

El involucramiento de las universidades en el problema de la generación, manejo y disposición final de residuos peligrosos debió cubrirse con un caso de estudio: la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León junto con sus laboratorios de enseñanza. En dichos laboratorios se manejan las cantidades más importantes de sustancias químicas durante el desarrollo de las prácticas académicas.

Entre los resultados relevantes de este estudio se reporta que en la facultad existe una preocupación por cuidar el medio ambiente y se han dado los pasos necesarios para evitar que los residuos químicos lleguen al drenaje. Con este propósito, los residuos son clasificados y almacenados según su naturaleza en recipientes separados y bien identificados. En estas acciones, los profesores son los mejor enterados de los beneficios de este procedimiento. Un resultado curioso de este trabajo es lo relativo a los alumnos; un alto porcentaje no está enterado ni de la preocupación de la institución por el manejo adecuado de las sustancias producidas durante las

prácticas, ni de los pasos para evitar el vertido de residuos peligrosos en el drenaje, sin embargo, debido a que en los instructivos de sus prácticas se les indica lo que deben hacer con los residuos generados, ellos participan en el cuidado del medio ambiente.

Durante el desarrollo de la investigación se generaron dos formatos de encuestas, las hojas de registro de ruta de los residuos peligrosos y, muy importante, experiencias acerca de cómo evaluar la información que proporcionan los encuestados y los resultados hasta el momento obtenidos por la Facultad de Ciencias Químicas en sus programas de prevención de la contaminación ambiental.

El estudio se culmina con una propuesta para la construcción de un almacén que sirva de refugio temporal para los desechos peligrosos mientras son llevados a su confinamiento.

Se confía que los resultados de este trabajo puedan servir como marco de referencia para proceder en otras facultades e incluso en otras universidades del país, con solo extrapolar lo que aquí se reporta.

Indice

CAPITULO	1	INTRODUCCIÓN	1
1.1		Introducción	1
1.2		Situación de los Residuos Peligrosos en México	5
1.3		Objetivos del Presente Trabajo	13
1.4		Hipótesis	14
CAPITULO	2	CONSECUENCIAS DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS	15
2.1		Sitios Afectados por Residuos Peligrosos	17
2.2		Efectos Nocivos de Algunas Sustancias Químicas	24
CAPITULO	3	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	27
3.1		Introducción	27
3.2		Antecedentes	28
3.3		Marco de Referencia	29
CAPITULO	4	MARCO REGULATORIO SOBRE EL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MEXICO	32
4.1		Definición y Clasificación de los Residuos	32
4.2		Criterios Para Definir la Peligrosidad de los Residuos	34
4.3		Características de los Residuos Peligrosos	36
4.4		Clasificación de los Residuos Peligrosos	39
4.5		Métodos de Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Peligrosos	39

	4.5.1	Tratamiento Físico	41
	4.5.2	Tratamiento Químico	41
	4.5.3	Tratamiento Térmico	41
	4.5.4	Tratamiento Biológico	42
	4.6	Generación de Residuos Peligrosos	42
	4.7	Manejo de Residuos Peligrosos	47
	4.8	Legislación Ambiental en Materia de Residuos Peligrosos en México	53
	4.8.1	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	54
	4.8.2	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos	58
	4.8.3	Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos Peligrosos	59
	4.8.4	Reglamento para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos	65
	4.8.5	Normas Oficiales Mexicanas para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos	65
CAPITULO	5	MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS, U. A. N. L.	75
	5.1	Método Experimental	75
	5.2	Situación Actual de los Residuos Peligrosos en la FCQ	77
	5.2.1	Generación	77
	5.2.2	Tratamiento	79
	5.2.3	Manejo	79
	5.2.4	Disposición Final	82
CAPITULO	6	RESULTADOS OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DE CUESTIONARIOS	83
	6.1	Alumnos	83
	6.1.1	Análisis de los Resultados de la Encuesta Aplicada a los Alumnos	83
	6.2	Maestros	88
	6.2.1	Análisis de los Resultados de la Encuesta Aplicada a los Maestros	88

CAPITULO	7	CONCLUSIONES	91
CAPITULO	8	RECOMENDACIONES	94
8.1		Recomendaciones	94
8.2		Documentación de Apoyo	97
8.2.1		Hoja de Registro de Ruta de Residuos	97
8.2.2		Almacén Temporal de Residuos Peligrosos	115
8.2.3		Hoja de Datos de Seguridad Para Sustancias Químicas	121

BIBLIOGRAFIA

ANEXO A	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos
ANEXO B	NOM-052-ECOL-1993 Norma Oficial Mexicana, que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuos peligrosos por su toxicidad al ambiente
ANEXO C	NOM-053-ECOL-1993 Norma Oficial Mexicana, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
ANEXO D	NOM-054-ECOL-1993 Norma Oficial Mexicana, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-ECOL-1993
ANEXO E	Listado SEMARNAP Sustancias que por sus características hacen una actividad altamente riesgosa
ANEXO F	Carta de Compatibilidad de Residuos Peligrosos

Lista de Tablas

Tabla		Página
1.1	Generación estimada de residuos peligrosos por entidad federativa (1994)	6
2.1	Sitios afectados por residuos peligrosos en proceso de restauración	21
2.2	Relación de sitios afectados por disposición inadecuada de residuos peligrosos	23
4.1	Clasificación de residuos municipales	33
4.2	Criterios del Código CRETIB de la NOM-052-ECOL-1 993	38
4.3	Clasificación de residuos peligrosos NOM-052-ECOL-1 993	40
4.4	Operaciones, procesos y clases de tratamiento de residuos peligrosos	43
6.1	Resultados de la encuesta aplicada a los alumnos (% por carrera)	86
6.2	Resultados de la encuesta aplicada a los alumnos todas las carreras (% totales por semestre)	87
6.3	Resultados de la encuesta aplicada a los maestros de los laboratorios	90

Lista de Cuadros

Cuadro		Página
6.1	Cuestionario aplicado a los alumnos	84
6.2	Cuestionario aplicado a los maestros	89
8.1	Características del almacén temporal de residuos peligrosos	116
8.2	Hoja de datos de seguridad para sustancias químicas	122

Lista de Figuras

Figura		Página
1.1	Distribución geográfica de la generación de residuos industriales peligrosos en la República Mexicana	8
1.2	Gráfica de la generación estimada de residuos peligrosos por rama industrial	10
4.1	Diagrama de flujo para la identificación de los residuos peligrosos	37
5.1	Balance de sustancias químicas en los laboratorios de la FCQ	78
5.2	Balance (peso-volumen) de sustancias químicas en los laboratorios de la FCQ	81
8.1	Planta sin escala del almacén temporal de residuos peligrosos	117
8.2	(a) Corte A-A, (b) Corte B-B sin escala de planta del almacén temporal de residuos peligrosos	118
8.3	Vista (a) de frente y (b) lateral del almacén temporal de residuos peligrosos	119
8.4	Planta de ubicación del almacén temporal de residuos peligrosos	120

Lista de Láminas

Lámina 1	Colectores ubicados en el área de trabajo de los laboratorios de la FCQ
Lámina 2	Vista del almacén temporal de residuos peligrosos
Lámina 3	Recipientes conteniendo residuos peligrosos
Lámina 4	Residuos peligrosos antes del traslado al confinamiento

Lista de Siglas

Siglas

AMCRESPAC	Asociación Mexicana para el Control de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A. C.
BPC's	Bifenilos Policlorados
CRETIB	Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico al ambiente, inflamable, Biológico-infeccioso
FCQ	Facultad de Ciencias Químicas
INE	Instituto Nacional de Ecología
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
NOM	Norma Oficial Mexicana
SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SECOFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
SEGOB	Secretaría de Gobernación
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEMIP	Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal
STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social