

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**"LA PROTECCION AMBIENTAL EN LA
CONSTRUCCION Y PUESTA EN MARCHA DE
CENTRALES DE CICLO COMBINADO"**

Por

BERNARDINO PEREZ MEDINA

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

FEBRERO 2004

RESUMEN

Con la construcción de dos centrales de ciclo combinado para la generación de energía eléctrica en el noreste de México, fue necesario realizar diversas actividades encaminadas al cumplimiento de requerimientos ambientales establecidos en los contratos, la legislación y los de instituciones de financiamiento, tanto para actividades de construcción como para la puesta en marcha de las centrales: a) la identificación de los diferentes requerimientos legales, b) la recopilación de datos de generación de los diferentes residuos e identificación de oportunidades de reciclaje, c) la capacitación y sensibilización del personal sobre aspectos ambientales, en el manejo de materiales peligrosos y en emergencias, d) el control de emisiones y ruido y e) la disposición de aguas residuales. Con lo anterior se elaboró un Plan de Protección Ambiental (PPA) para realizar de manera metódica las actividades anteriores, implantándolo en el proyecto de la CCMII. Para la CTMIII se elabora un programa de capacitación y de emergencias como base para la implementación del PPA desarrollado de acuerdo con la norma ISO-14000. El PPA es la aportación más relevante del presente trabajo ya que con su implementación se demuestra que es posible lograr un alto desempeño ambiental y llevar a cabo las medidas de prevención y mitigación propuestas para estos proyectos. Al PPA le preceden 17 procedimientos que facilitan la administración ambiental en la obra, incluyendo el plan de emergencias desarrollado para prevenir accidentes ambientales. Se suma a las aportaciones los datos recopilados de generación de residuos, agua cruda y residual, mismos que podrán servir para la elaboración de estudios ambientales similares.

AGRADECIMIENTOS

A los Doctores Cecilia Rodríguez y Juan Manuel Barbarín, por su interés y apoyo invaluable para la realización de esta Tesis.

A la Familia Gaza Reséndiz, por brindarme su apoyo durante mis estudios de maestría.

A mi familia, por los alientos y su apoyo para alcanzar esta meta.

A mi esposa, por comprender el tiempo dedicado a este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	Página
1. ANTECEDENTES DE LAS CENTRALES DE CICLO COMBINADO EN MÉXICO	1
1.1 Origen de las Centrales Eléctricas	1
1.2 Descripción General	2
1.3 Localización	3
1.4 Naturaleza del Proyecto	4
1.5 Componentes de la Central	5
1.6 Objetivo y Justificación de los Proyectos	7
1.7 Políticas de Crecimiento Futuro	7
1.8 Criterios de Selección de Sitio	10
1.9 Uso Actual del Predio.	11
1.10 Breve Descripción del Proceso de Generación de Energía Eléctrica	12
1.11 Generalidades Ambientales de las Centrales Termoeléctricas	15
1.12 Generalidades del Proceso de Construcción	17
1.13 Objetivos de la Tesis	19
1.14 Metas de la Tesis	20
1.15 Hipótesis	21
2. LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LAS CENTRALES DE CICLO COMBINADO	22
2.1 Antecedentes Históricos y Legales.	22
2.2 La Protección Ambiental en Centrales Termoeléctricas	24
2.3 Centrales de Ciclo Combinado y Demanda de Energía	27
2.4 Preparación del Sitio y Construcción	28
2.5 Puesta en Marcha	29
2.6 Trámites y Autorizaciones	30
2.7 Residuos Generados	33
2.7.1 Residuos No Peligrosos	34
2.7.2 Residuos Peligrosos	35
2.8 Ruido	37

Capítulo	Página
2.9 Materiales Peligrosos	40
2.10 Reporte de No Conformidades.	46
3. DATOS DE CAMPO: GENERACIÓN DE RESIDUOS Y EFECTOS SOBRE LA FLORA, LA FAUNA Y EL SUELO	49
3.1 Residuos no Peligrosos	50
3.2 Residuos Peligrosos	58
3.3 Agua Cruda, Residual y Sanitaria	62
3.4 Flora, Fauna y Suelo	65
3.4.1 Flora	65
3.4.2 Fauna	68
3.4.3 Suelo	69
4. REQUERIMIENTOS LEGALES AMBIENTALES RELATIVOS A LAS CENTRALES TERMoeLECTRICAS	71
4.1 Antecedentes	72
4.2 Requerimientos de Orden Federal	73
4.3 Requerimientos de Orden Estatal y Municipal	74
4.4 Requerimientos Contractuales	75
4.5 Otros Requerimientos	78
5. PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN Y PLAN DE EMERGENCIAS AMBIENTALES PARA EL PERSONAL DE LAS CENTRALES DE CICLO COMBINADO	84
5.1 Capacitación de Acuerdo a la Norma ISO – 14000	85
5.2 Necesidades de Capacitación	86
5.3 Medios de Capacitación	87
5.4 Capacitación en Obra	89
5.5 Emergencias Ambientales	98
5.6 Preparación y Respuesta a Emergencias Ambientales	99
5.7 Las Emergencias Ambientales y la Legislación	101

Capítulo	Página	
5.8	Identificación de Riesgos Ambientales (Análisis de Riesgos)	102
5.9	Programa de Prevención	103
5.10	Programa de Capacitación	107
6.	RESULTADO: PLAN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA LAS CENTRALES DE CICLO COMBINADO	118
6.1	Manual del Sistema de Administración Ambiental	119
	6.1.1 Control del Manual, Registro, Control de Revisiones y Distribución	119
6.2	Referencias, Definiciones y Abreviaturas	120
6.3	Requisitos del Sistema de Administración Ambiental	122
6.4	Planeación	123
	6.4.1 Aspectos Ambientales	123
	6.4.2 Requerimientos Legales	123
	6.4.3 Objetivos y Metas Ambientales	124
	6.4.4 Programa de Administración Ambiental	124
6.5	Implementación y Operación	125
	6.5.1 Estructura y Responsabilidad	125
	6.5.2 Capacitación, Conciencia y Competencia	127
	6.5.3 Comunicación	128
	6.5.4 Documentación del Sistema de Administración Ambiental	128
	6.5.5 Control de Documentos	129
	6.5.6 Control de Operaciones	129
	6.5.7 Emergencias	130
6.6	Verificación y Acción Correctiva	130
	6.6.1 Control y Medición	130
	6.6.2 No Conformidad	130
	6.6.3 Registros	131
	6.6.4 Auditorías Internas	131
6.7	Revisión de la Dirección	131
	6.7.1 Revisión de las Auditorías	131
	Anexos	133

7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
7.1	Conclusiones	163
7.2	Recomendaciones	165
	ANEXOS	166

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.1	Formación de las unidades de generación con base en módulos de 250 Mw cada una	3
1.2	Localización regional de las centrales	4
1.3	Componentes de las centrales de ciclo combinado	6
1.4	Diagrama de flujo del proceso de generación de energía eléctrica	6
1.5a	Centrales generadoras en el noreste de México existentes al año 2000	8
1.5b	Centrales generadoras proyectadas a futuro (2004) en el noreste de México	9
1.6	Centrales generadoras de energía eléctrica al año 2005 a nivel nacional	9
2.1	Uso del suelo de los predios previo a la construcción de las centrales	31
2.2	Generación y clasificación de residuos	34
2.3	Generación de residuos promedio en las centrales ciclo combinado por unidad de 250 Mw	36
2.4	Niveles de ruido en la central Termoeléctrica Monterrey III	41
2.5	Porcentaje de riesgo de los materiales peligrosos utilizados en la construcción de una central de ciclo combinado	41
3.1	Manejo de residuos no peligrosos	52
3.2	Generación de residuos no peligrosos, en peso y volumen de la centrales en cuestión durante la etapa de construcción	52
3.3	Separación de residuos con fines de reciclaje	55
3.4	Residuos no peligrosos enviados a reciclaje	56
3.5	Generación promedio de residuos no peligrosos por unidad de generación de 250 Mw	57

Figura		Página
3.6	Generación mensual de residuos no peligrosos en las centrales de ciclo combinado durante la etapa de construcción y puesta en marcha (en peso)	57
3.7	Generación mensual de residuos peligrosos en las centrales de ciclo combinado durante la etapa de construcción y puesta en marcha (en volumen)	58
3.8	Manejo y almacenamiento de residuos peligrosos	60
3.9	Generación de residuos peligrosos en las centrales de ciclo combinado durante la etapa de construcción y puesta en marcha	61
3.10	Generación promedio de residuos peligrosos por unidad de fuerza de 250 Mw	61
3.11	Instalación de la barrera de amortiguamiento	67
3.12	Especies de fauna rescatada y liberada, para protección, en predios vecinos	69
3.13	Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos	70
4.1	Requerimientos legales	79
4.1a	Requerimientos legales por aspecto ambiental	79
5.1	Medios de capacitación utilizados en este proceso	87
5.2	Evaluación del personal de nuevo ingreso en aspectos relacionados al medio ambiente antes y después de la capacitación	90
5.3	Capacitación del personal operativo en campo y de supervisión	92
5.4	Edad y preparación promedios del personal de la CTMIII	93
5.5	Número de cursos sobre medio ambiente y platicas de emergencias impartidos a supervisores y sobrestantes por etapa de trabajo de construcción y puesta en marcha de la CTMII	95
5.6	Porcentajes de asistencia referidos a los diferentes niveles de la organización	97

Figura		Página
5.7	Actividades de emergencia, como el regreso a la normalidad después de un simulacro de evacuación y un derrame de aceite de una grúa	99
5.8	Equipo y contenedores como medida de prevención de emergencias	107
5.9	Simulacro de primeros auxilios y señalamiento de emergencias	109

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I.1	Componentes de las centrales ciclo combinado	5
I.2	Políticas de crecimiento futuro para el AMM	8
I.3	Criterios técnicos y ambientales para la selección del sitio de instalación de las centrales eléctricas	10
I.4	Identificación de los sitios potenciales y área de exclusión en la selección de sitios para la instalación de centrales eléctricas	11
I.5	Datos de justificación de la superficie requerida para la construcción	12
I.6	Uso de suelo previo a la construcción de las centrales	12
II.1	Niveles y fuentes de ruido presentes en la construcción	38
II.2	Listado de sustancias peligrosas presentes en obra	43
II.3	Estadística de No Conformidades emitidas durante el proceso de construcción de las centrales	47
III.1	Caracterización de los residuos no peligrosos típicos generados en centrales ciclo combinado	51
III.2	Residuos no peligrosos enviados a reciclaje	56
III.3	Residuos peligrosos generados por unidad de generación de 250 Mw en centrales ciclo combinado	59
III.4	Cantidades de agua utilizada por unidad de generación construida y puesta en marcha de una C.C.C.	64
III.5	Especies que integran la barrera de amortiguamiento	67
IV.1	Bitácora de requerimientos legales	80

Tabla		Página
V.1	Evaluación de conocimientos generales sobre medio ambiente (personal en general)	88
V.2	Evaluación de conocimientos generales sobre medio ambiente después del curso de inducción	91
V.3	Programa de capacitación y educación en medio ambiente	111
V.4	Número de participantes en la capacitación sobre medio ambiente y emergencias	96
V.5	Análisis de riesgos ambientales	113
VI.1	Programa de administración ambiental	126

NOMENCLATURA

AMM	Área Metropolitana de Monterrey
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
C.A.T.	Construir, Arrendar y Transferir
C.C.C.	Central Ciclo Combinado
CCMII	Central Ciclo Combinado Monterrey II
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CNA	Comisión Nacional del Agua
CT	Central Termoeléctrica
CTMIII	Central Termoeléctrica Monterrey III
dB	Decibel
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
INE	Instituto Nacional de Ecología
IP	Iniciativa Privada
L	Litro
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
Mw	Megawatts
NOM	Norma Oficial Mexicana
ONU	Organización de las Naciones Unidas

NOMENCLATURA

PEE	Productor Externo de Energía
POSIE	Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico
SAA	Sistema de Administración Ambiental
SACPASI	Sistema de Aseguramiento de Calidad, Protección Ambiental y Seguridad Industrial
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



Ing. Bernardino Pérez Medina
PRESENTE.-

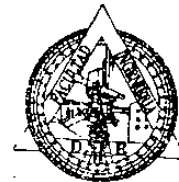
Por medio de la presente se le notifica que su tema y proyecto de tesis de maestría " LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE CENTRALES CICLO CONVINOADO ", siendo el director de tesis la Dra. Cecilia O. Rodríguez de Barbarin, fueron registrados el día de hoy en el Libro de Registro de Proyectos de Tesis de esta División de Estudios de Posgrado. Lo anterior, en cumplimiento con el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UANL y con el Protocolo Oficial para el Registro de Proyectos de Tesis de Maestría de esta División.

De acuerdo al Reglamento General de Estudios de Posgrado la UANL. Deberá de cumplir los procedimientos y estructura de una tesis de maestría. La terminación y presentación de la tesis se realizará en un plazo máximo de cuatro años para la Maestría en Ciencias a partir de su fecha de registro. En caso de existir un cambio en el tema, proyecto y/o director de tesis, deberá efectuarse un registro oficial ante la División de Estudios de Posgrado, cumpliendo los requisitos que se establecen en el respectivo protocolo.

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración que considere pertinente.

ATENTAMENTE
"ALERE FLAMMAM VERITATIS"
Cd. Universitaria, a 21 de junio del 2002


ING. JUSTINO CÉSAR GONZÁLEZ ÁLVAREZ M. en I.
Subdirector de Estudios de Posgrado



DIVISION DE ESTUDIOS
DE POSGRADO

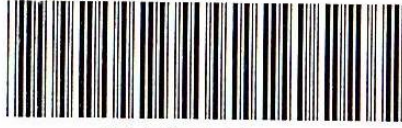
C.c.p. : Archivo

Cd. Universitaria,
San Nicolás de los Garza,
Nuevo León, México.
Fax 01 (81) 8376 3970 • 8352-4969 Ext. 202

A.P.M.

'LA PROTECCION AMBIENTAL EN LA
CONSTRUCCION Y PUESTA EN MARCHA DE
OBJETIVOS DE CICLO COMBINADO'

TM
Z6834
.C5
FIC
2004
.P4



1020124050

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



LA PROTECCION AMBIENTAL EN LA
CONSTRUCCION Y PUESTA EN MARCHA DE
CENTRALES DE CICLO COMBINADO

Por

BERNARDINO PEREZ MEDINA

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

FEBRERO 2004

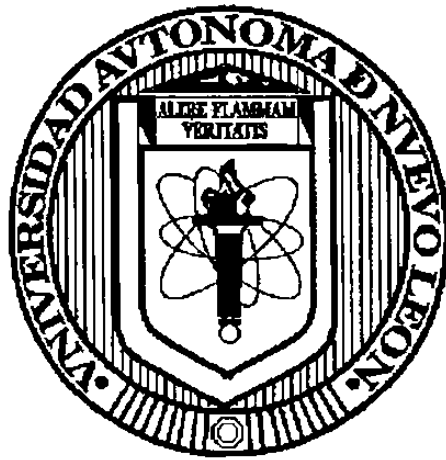


FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

INSTITUTO DE INGENIERÍA CIVIL

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**“LA PROTECCION AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN Y
PUESTA EN MARCHA DE CENTRALES DE CICLO
COMBINADO”**

Por

BERNARDINO PÉREZ MEDINA

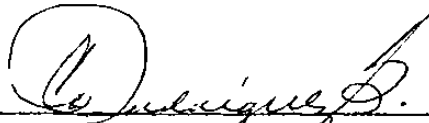
**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería Ambiental**

Febrero 2004

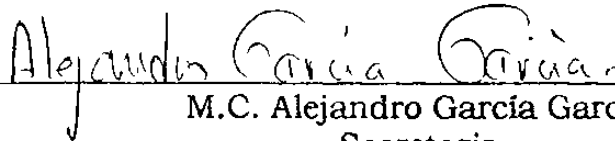
TM/FIC/2004/P4

**“LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN Y
PUESTA EN MARCHA DE CENTRALES DE CICLO
COMBINADO”**

Aprobación de la Tesis:



Dra. Cecilia Rodríguez de Barbarin
Asesor de la Tesis



M.C. Alejandro García García
Secretario



M.C. Luz Margarita Rodríguez Vigil
Vocal



Ing. Justino César González Álvarez, M.I.
Subdirector de Estudios de Postgrado